

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME DIX-NEUVIÈME



1890-1891



PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands-Augustins, 7

—
1891

COMPTES-RENDUS SOMMAIRES

DES

SÉANCES

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 3 Novembre 1890

PRÉSIDENTE DE M. M. BERTRAND

Le Président fait part à la Société du décès de MM. **Grad**, **Gilliéron**, **Gillot**, **Alphonse Favre** et **Tchihatchef** survenu pendant les vacances.

Il annonce qu'il a reçu avis de M. Xavier Grad, Pharmacien à Lodève, que son frère, M. **Charles Grad**, ancien Député au Reichstag allemand, a légué à la Société une somme de mille francs.

Le Président proclame membre de la Société M. **Salles**, Commissaire de la Marine, demeurant à Toulon, rue des Poitiers, présenté par MM. Bertrand et Zurcher.

Il annonce une présentation.

M. **Bertrand** présente le buste en bronze de **Fr. Fontannes**. Le Conseil de la Société, désireux de rendre hommage à la mémoire de notre regretté confrère, avait décidé de faire graver un médaillon pour perpétuer le souvenir de ses traits. La famille, ayant eu connaissance de ce projet, a désiré compléter la somme nécessaire pour permettre de faire faire un buste au lieu d'un médaillon. Le Président se fait l'interprète de la Société pour remercier la famille de Fr. Fontannes de sa générosité.

M. de **Lapparent** fait hommage à la Société, de la part de l'auteur, M. le professeur **J. Thoulet**, d'un ouvrage intitulé : *Océanographie statique* (1). Dans ce livre, l'auteur a réuni les articles qu'il avait

(1) Paris, Baudouin et C^e, 1890.

publiés dans la *Revue maritime et coloniale*, pour initier le public français aux nombreux travaux dont la science de l'Océanographie est l'objet dans divers pays.

M. Thoulet étudie successivement la *Topographie de la mer* (instruments et appareils de sondages, bassins océaniques); la *Minéralogie* et la *Géologie sous-marines* (analyse des sédiments, nature des dépôts sous-marins); la *Chimie de la mer* (appareils de récolte, composition et analyse de l'eau de mer, genèse chimique des dépôts marins), la *Physique de la mer* (chaleur, évaporation, poids spécifique, propriétés optiques, biologie marine), enfin le rôle des *Glaces*. L'ouvrage de M. Thoulet est enrichi de plus de cent dessins, et l'auteur se propose d'y donner pour suite un autre livre traitant de l'Océanographie dynamique.

M. de Lapparent présente à la Société, de la part de M. le professeur **Franz Toula**, de Vienne, une étude sur la *Géologie de la partie orientale des Balkans* (1). Cette étude est le fruit d'un voyage pendant lequel M. Toula a traversé six fois la chaîne des Balkans, entre Roustschouk et Varna.

L'auteur a reconnu dans cette région : 1° le *Quaternaire* ; 2° le *Tertiaire supérieur*, comprenant des graviers de l'âge de ceux du Belvédère, des couches sarmatiques, des couches à *Spaniodon*, et les assises marines de Varna, à petits brachiopodes, avec calcaires à *Chama* aff. *austriaca* ; 3° le *Tertiaire inférieur*, où sont représentées les couches de Ronca et les formations nummulitiques, ainsi que le flysch ; 4° la *Craie*, comprenant : un flysch créacé avec fucoides, inocérames et ammonites, le Sénonien supérieur, le Turonien supérieur, le Cénomaniens (où se trouvent des couches à *Parkeria*), le tout reposant à Rasgrad sur le Barrémien à *Desmoceras*, *Holcodiscus*, *Crioceras*, tandis que le Néocomien moyen s'observe près de Sumla ; 5° le *Jurassique*, représenté surtout par quelques lambeaux de Lias ; 6° un peu de *Trias*, sous forme de calcaires dolomitiques ; 7° enfin, des *roches cristallines massives*, parmi lesquelles on reconnaît : granite, diorite à quartz et augite, porphyre, porphyrite, trachyte, trachyte phonolithique, andésite à augite, amygdaloïdes et téphrite à néphéline.

Il y a lieu de signaler, dans le travail de M. Toula, deux excellentes reproductions en héliogravure, l'une de *Zoophycos* (?) *bulgarica* du flysch, l'autre d'un organisme problématique décrit sous le nom de *Palaëodictyon majus*.

(1) *Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan*, extrait des Mémoires de l'Académie des Sciences de Vienne. — Vienne, 1890.

Notons encore un dessin représentant la *Forêt de pierres* des environs de Varna ; enfin, plusieurs planches de fossiles, consacrées aux espèces du Barrémien.

M. **Péron** fait la présentation suivante :

J'ai l'honneur d'offrir à la Société le premier fascicule de la *Description des Mollusques crétacés fossiles recueillis par M. Philippe Thomas dans ses missions de 1885 et 1886, dans le Sud de la Tunisie.*

Ce fascicule, imprimé à l'Imprimerie nationale et accompagné d'un atlas grand in-4° de huit planches, ne contient que les Céphalopodes et les Gastropodes. Tout le reste de la faune crétacée est achevé depuis longtemps et les Pélécy-podes notamment, qui en constituent la partie la plus importante, sont en bon à tirer.

Des causes diverses, parmi lesquelles il faut indiquer tout d'abord la mort si regrettable du docteur Cosson, le président de la Mission d'exploration de la Tunisie, ont occasionné, dans la publication des travaux de cette Mission, des retards considérables. Il en est résulté que mon travail, sous presse depuis si longtemps, n'est déjà plus, à cette heure, complètement au courant de la science. Ainsi, un des premiers et plus importants articles, celui qui traite du genre *Buchiceras*, demanderait déjà un certain remaniement.

Notre savant confrère, M. Douvillé, a, en effet, démontré depuis peu que le type du genre *Buchiceras* Hyatt avait été mal interprété et qu'on ne saurait rattacher à ce genre les Ammonites sénoniennes à cloisons cératitifformes. En conséquence, il a proposé pour nos Cératites crétacées, le nouveau genre *Tissotia*, dédié à Tissot, l'ancien ingénieur des mines de Constantine. Je suis, pour mon compte, très disposé à me rallier à la manière de voir de M. Douvillé. Déjà, dans la discussion du genre, j'ai fait remarquer combien le *Ceratites Syriacus*, qui était considéré comme le type du genre *Buchiceras* Hyatt, différerait de nos Cératites algériens à quille tranchante. Ce *C. Syriacus* me paraissait être beaucoup mieux à sa place parmi les *Placenticeras*.

Donc, j'adopterais volontiers le nouveau nom proposé par M. Douvillé, si une difficulté ne surgissait qui me semble devoir en empêcher.

Coquand, en effet, tout en décrivant comme *Ceratites*, un assez grand nombre d'espèces d'Ammonites sénoniennes d'Algérie, a créé pour l'une de ces espèces le genre *Heterammonites*, en se basant sur

ce que, dans cette espèce, à cloisons cératitifformes, la selle ventrale ou externe est divisée plus ou moins et bilobée.

Or, après avoir examiné un très grand nombre d'exemplaires de nos Cératites crétacés, dont j'ai dû d'ailleurs supprimer et fusionner beaucoup d'espèces, j'ai acquis la conviction que le caractère invoqué par Coquand était, à un degré plus ou moins accentué, commun à toutes les espèces. J'avais donc purement et simplement fait passer le nom générique *Heterammonites* en synonyme du nom *Buchiceras*. Mais, actuellement, ce dernier devant disparaître, d'après les recherches de M. Douvillé, il me semble que le nom proposé par Coquand, ayant la priorité, devait être repris.

En dehors de ce point particulier, sur lequel j'ai cru devoir immédiatement appeler l'attention, je n'ai pas l'intention d'entrer pour le moment dans aucune considération au sujet de la faune crétacée tunisienne qui fait l'objet de mon mémoire. Je réserve ces détails pour le moment, sans doute prochain, où je pourrai présenter à la Société la dernière partie du travail, et où la faune sera ainsi entièrement connue.

Je me bornerai pour le moment à faire connaître que, parmi les Céphalopodes recueillis par M. P. Thomas, j'ai reconnu 27 espèces dont 7 nouvelles et, parmi les Gastropodes, 71 espèces dont 34 nouvelles. Un grand nombre d'espèces, en outre, ont été reconnues qui n'avaient pas encore été signalées dans le Nord africain.

D'autres, en raison de l'insuffisance des matériaux, n'ont pu être déterminées que par approximation et réclameront plus tard un nouvel examen.

Parmi les Gastropodes, il m'a fallu déclasser génériquement un assez grand nombre des espèces décrites par Coquand. Ainsi, pour les Turritelles en particulier, la découverte d'exemplaires plus complets que ceux qu'avait décrits Coquand, m'a montré que la plus grande partie étaient des Cérithes ou même des Nérinées.

J'ai profité en outre de la nouvelle description que j'ai dû donner des espèces critiques pour faire figurer un certain nombre d'espèces décrites très sommairement par Coquand dans ses *Etudes supplémentaires de paléontologie algérienne* et non encore figurées. Ces espèces peuvent ainsi prendre place définitivement, et sous le nom que Coquand leur avait donné, dans les catalogues algériens.

M. G. Dollfus offre à la Société, de la part de M. J. Marcou, sept notices extraites de l'« *American Geologist*. »

M. Douvillé avait, dans une communication précédente (1), rapporté à l'*H. giganteus*, les échantillons d'Hippurites de Gosau figurés par Zittel (2), sous le nom d'*H. cornuaccinum*. Ayant pu étudier une série d'échantillons de cette localité, il a reconnu que, bien que se rapprochant de l'*H. giganteus* par la disposition générale de l'arête cardinale et des piliers, ils s'en distinguent nettement par la forme et la position de l'apophyse myophore, de section elliptique allongée et dépassant de beaucoup du côté interne l'extrémité du premier pilier, tandis que, dans cette dernière espèce, elle est triangulaire et rejetée au fond du golfe formé par l'arête cardinale et le premier pilier; il propose par suite de désigner cette forme sous le nom d'*H. gosaviensis* (= *cornuaccinum* Zittel, loc. cit., pl. XX, f. 1, 3, 5, 6, non Bronn).

En examinant ces échantillons de Gosau, M. Douvillé a constaté que l'arête cardinale, au lieu d'être arrondie à son extrémité, comme c'est le cas habituel, se terminait par un biseau à surface plus ou moins irrégulière sur lequel s'insérait un ligament peu développé: ce ligament, bien reconnaissable à sa couleur brune particulière, a presque toujours laissé des traces bien visibles et est nettement délimité sur les échantillons les mieux conservés.

Cette présence d'un ligament montre que l'*H. gosaviensis* est une forme ancienne, probablement même la plus ancienne du groupe. Elle se retrouve dans les Pyrénées, où elle paraît s'être modifiée avec le temps et avoir donné naissance à l'*H. giganteus*. M. Carez a en effet recueilli près de Camps un échantillon montrant le passage de l'une à l'autre espèce: l'extrémité de l'arête cardinale s'arrondit ne laissant plus qu'une petite cupule pour l'insertion du ligament; en même temps l'apophyse myophore se déplace vers l'extérieur et se rétrécit.

L'*H. gosaviensis* se retrouve aussi en Dalmatie: un échantillon envoyé à l'École des Mines, par M. Lauza, sous le nom d'*H. arborea*, présente les mêmes caractères que ceux de Gosau (3).

M. Munier-Chalmas rappelle que l'étude de l'*Hippurites dilatatus* l'a conduit à admettre que, contrairement à l'opinion émise par M. Bayle, les Hippurites avaient un *ligament* venant s'insérer le

(1) *B. S. G. F.*, t. XVIII, p. 325, 14 avril 1890.

(2) Die Bivalven der Gosaugebilde, *Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien*, vol. 25, 2^e partie, p. 135, pl. XX, f. 1, 3, 5, 6.

(3) Le Mémoire de M. Douvillé paraîtra dans le 3^e fascicule des Mémoires de Paléontologie de la Société.

long de la partie terminale de l'*arête cardinale*. Cette arête se termine par une partie libre logée dans une cavité qui la suit sur son parcours (*cavité ligamentaire*).

Le travail de M. Douvillé a une réelle importance au point de vue de la morphologie des Rudistes, car il établit, pour la première fois, d'une manière évidente, que si certains espèces possèdent un ligament, il est d'autres formes très voisines, chez lesquelles cet organe peut faire complètement défaut.

M. de Lapparent fait une communication sur les *rideaux* du Nord de la France (1). Contrairement à M. Lasne, qui les a décrits comme étant le résultat d'effondrements partiels du massif crayeux, dont la base serait attaquée par les eaux d'infiltration, M. de Lapparent attribue au labourage une part prépondérante dans la formation de ces accidents. Il les définit : « Le produit de la régularisation, opérée par la culture, des défauts qui interrompent la pente d'un versant continu et assez raide ». Après avoir cité de nombreux exemples de rideaux dans des terrains qui n'ont rien de commun avec la craie, par exemple sur des affleurements argileux du Gault, il montre que, si ces accidents sont particulièrement développés en Picardie, c'est parce que la craie de cette région se prête beaucoup mieux que toute autre formation géologique à la production par érosion de pentes continues, moins abruptes que celles des calcaires solides, mais assez raides pour obliger la culture à dessiner des bandes parallèles aux thalwegs.

M. Seunes (2) présente la 3^e partie de son travail sur les *Echinides crétacés des Pyrénées occidentales*. Les espèces figurées et décrites appartiennent aux genres *Stegaster*, *Echinocorys* et *Micraster*.

M. Seunes propose de remplacer le nom de *Gibbaster*, qu'il avait appliqué à un genre nouveau (*Gibbaster Munieri*) (3) par celui de *Tholaster*, M. Gauthier ayant déjà employé ce nom pour le groupe des *Micraster* coniques (*Micraster gibbus*, etc.).

Le Secrétaire lit une note de M. Raulin (4) sur quelques *jaluns bleus inconnus du département des Landes*, qu'il a découverts en 1861 en commençant ses explorations pour la Carte géologique des Landes, et dont il réservait la description pour la *Statistique géologique*. Celle-ci ayant été achevée à son insu, il croit devoir, en attendant sa

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 1.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 23.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 819, Pl. XXVII, fig. 1 a, b, c, d.

(4) Voir aux Notes et Mémoires, p. 8.

publication des terrains tertiaires de l'arrondissement de Dax, faire connaître à la Société le résultat des études qu'il vient de faire sur leurs fossiles.

Sur 260 espèces rencontrées dans des marnières des communes de Peyrchorade, Orthevielle et St-Étienne d'Orthe, aucune ne se montre ni dans le terrain nummulitique de Biarritz et de Bos d'Arros, ni dans les faluns tongriens de Gaas, ce qui exclut toute contemporanéité avec ces étages.

La moitié des espèces semble nouvelle, et l'autre moitié est formée en grande partie d'espèces se trouvant, parfois avec des tailles plus petites, soit dans les faluns bleus de Saubrigues et de St-Jean-de-Marsacq, soit dans le terrain néogène du bassin de Vienne. M. Raulin n'hésite pas à considérer ces faluns inconnus comme un nouveau faciès des terrains miocènes supérieurs du bassin de l'Aquitaine ou S.-O. de la France.

Le Secrétaire donne communication des notes suivantes :

Existe-il une série d'assises nouvelles entre les Schistes rouges et le Grès armoricain? par M. P. Lebesconte (1).

Un travail récent de M. OEhlert indique aux environs de Sillé-le-Guillaume, une série d'assises nouvelles entre les *Schistes rouges* et le *Grès armoricain*. Ces assises intercalées de roches éruptives pourraient, d'après l'auteur, renfermer la faune primordiale.

M. Lebesconte compare ces couches à celles de Normandie et de Bretagne et les trouve semblables à celles des *Schistes de Rennes*. Les *Schistes rouges* n'existent nulle part aux environs de Sillé et le *Grès armoricain* repose directement sur les *Schistes de Rennes*. Les couches de Sillé renferment les roches éruptives si variées que M. Barrois a trouvées dans les couches identiques du Trégorrois. La comparaison de ces couches, avec celles de Normandie seulement, a déterminé une erreur stratigraphique, bien facile à faire. M. Lebesconte a été étudier en même temps les *Phyllades de St-Lô* et les *Poudingues pourprés*; il établit leur analogie complète avec les *Schistes de Rennes* et les *Schistes rouges de Bretagne*. Les *Phyllades de St-Lô* appartiennent à la faune première silurienne et les *Poudingues pourprés* à la faune seconde.

Sur le Pliocène des environs de Montpellier et sur un gisement de plantes fossiles de cet horizon, par M. Viguier.

De nouvelles recherches m'ont permis de vérifier et de compléter

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 15.

l'étude de la série Pliocène telle que je l'avais donnée dans ma note publiée dans le Bulletin de l'année dernière.

J'ai pu relever, dans des coupes que je publierai ultérieurement, la superposition *directe* des zones suivantes :

DÉPOTS D'EAU DOUCE	}	Graviers et poudingues calcaires à cailloux impressionnés.
		Marnes jaunes avec moules de: <i>Helix</i> , <i>Triptychia sinistrorsa</i> , etc., ne représentant guère qu'un faciès de surface des marnes inférieures.
	}	Marnes bleues à <i>Helix Gaspardiana</i> , <i>Triptychia sinistrorsa</i> , etc., avec le test conservé.
SAUMATRES		Marnes sableuses à <i>Potamides Basteroti</i> et Auricules.
MARINS	}	Sables marneux supérieurs à <i>Pot. Basteroti</i> , <i>Cerithium vulgatum</i> , <i>Ostrea cucullata</i> .
		Sables moyens à <i>O. cucullata</i> et ossements.
		Sables inférieurs à peu près stériles.

Les marnes bleues à *Helix* m'ont fourni entre autres formes intéressantes une belle espèce d'*Hyalina*, distincte de *H. Collongeni*.

Une autre observation, intéressante pour la géologie de l'Hérault, est celle faite par M. Castets, étudiant à la Faculté des sciences de Marseille, du développement local de la zone à *Potamides* avec intercalation de marnes sableuses, où il a découvert un gisement de plantes fossiles qui nous a fourni plusieurs espèces que M. l'abbé Boulay a bien voulu se charger d'étudier.

Le Secrétaire dépose sur le bureau une note manuscrite de MM. **G. Ramond** et **G. Dollfus**, intitulée : « *Note sur le chemin de fer de Mantes à Argenteuil.* » (1)

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 20.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 17 Novembre 1890

PRÉSIDENTE DE M. M. BERTRAND

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société M. **Joseph Juliandy**, demeurant à Manosque (Basses-Alpes), présenté par MM. de Lapparent et Stuër.

Il annonce deux présentations.

Le Président donne communication du programme du Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1891, qui lui a été envoyé par M. le Ministre de l'Instruction publique.

M. **Priem** offre à la Société un traité élémentaire de géologie dont il est l'auteur. Ce livre fait partie de la Bibliothèque de l'enseignement secondaire spécial.

M. **Cotteau** offre, au nom de M. **de Saporta**, les deux derniers fascicules parus des Végétaux jurassiques de la *Paléontologie française*, et, en son nom, plusieurs brochures relatives à des oursins vivants ou fossiles.

En offrant à la Société les livraisons 19 et 20 de la *Paléontologie Française*, M. Cotteau présente quelques considérations sur le genre *Echinolampas*, l'un des genres d'Echinides les plus nombreux de l'époque éocène, et qui ne comprend pas moins de cent espèces. Trente-cinq de celles-ci se rencontrent en France et ont été décrites et

figurées par M. Cotteau; les soixante-cinq autres ont été signalées par les auteurs dans les régions du globe les plus éloignées, presque partout où le terrain éocène marin a été constaté.

Le genre *Echinolampas*, tel qu'il est aujourd'hui circonscrit, après en avoir retranché les genres *Galerolampas*, *Plesiolampas*, *Pliolampas*, *Craterolampas*, etc., est remarquable par l'homogénéité de ses caractères. Les nombreuses espèces dont il se compose peuvent se diviser en deux groupes : le premier renferme les espèces de taille moyenne, ovales, allongées, à sommet excentrique en avant, et à zones porifères très inégales dans les aires ambulacraires paires. Le second groupe comprend des espèces de grande taille, subcirculaires, coniques, à aires ambulacraires longues, très ouvertes, circonscrites par des zones porifères égales. Ces deux groupes ne peuvent former des genres ou sous-genres distincts, comme le voudraient certains auteurs, car il existe des espèces intermédiaires servant de passage et qu'il serait difficile de réunir à l'un des groupes ou à l'autre.

Le genre *Echinolampas* se montre pour la première fois à l'époque éocène et y atteint le maximum de son développement; nombreux encore dans le terrain miocène, il n'est plus représenté à l'époque actuelle que par quelques espèces fort rares, vivant dans les mers chaudes.

M. Seunes offre à la Société un exemplaire d'un mémoire intitulé : *Recherches géologiques sur les Terrains secondaires et l'Eocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France (Basses-Pyrénées et Landes)* (1). Ce mémoire, préparé au laboratoire des recherches géologiques de la Sorbonne, dirigé par M. Munier-Chalmas, lui a servi de thèse pour le doctorat ès-sciences (thèse soutenue le 30 juin 1890 devant la Faculté des sciences de Paris, manuscrit déposé le 1^{er} avril 1890); il est accompagné d'une carte géologique au 1/320000, en couleurs, — de cinq planches de coupes (7 bois sont intercalés dans le texte) et de trois planches doubles de paléontologie.

Le travail comporte deux grandes divisions. La première partie renferme la description de trente-cinq coupes détaillées, embrassant la région sous-pyrénéenne, allant de l'Océan à l'extrémité orientale des Basses-Pyrénées; ces coupes sont généralement parallèles entre elles et orientées N.-S.

(1) Extrait des *Annales des mines*, 8^e série, t. XVIII (Vve Dunod., Paris). — Une analyse plus détaillée paraîtra dans la partie du Bulletin consacrée aux Notes et Mémoires.

La deuxième partie comprend :

1° Le résumé de chacun des groupes géologiques signalés dans la description des coupes générales. Ce résumé comporte l'historique, les caractères lithologiques, le faciès, la faune, l'âge, les limites, l'épaisseur et l'étendue de chaque groupe ;

2° L'aperçu de la structure de la région ;

3° Des observations sur l'âge des argiles bariolées, gypsifères et salifères, et sur l'histoire des périodes jurassique, crétacée et nummulitique ;

4° Des observations sur les roches ophitiques et les roches récentes ;

5° L'explication des planches et la description des *Ammonitidæ* du Danien inférieur.

L'auteur donnera, dans le Bulletin, le résumé des principaux résultats signalés dans son travail.

M. de Lapparent annonce qu'à la suite d'un voyage à Jersey, il a reconnu l'inexactitude des conclusions qu'il avait présentées en 1884, relativement à l'âge des porphyres pétrosiliceux et des pyromérides de l'île. Ces roches sont nettement intercalées dans les schistes que tous les géologues considèrent comme cambriens, et supportent le conglomérat que MM. Hill et Bigot mettent en parallèle avec le poudingue pourpré de Normandie. L'auteur se réserve de décrire, avec plus de détails, l'intéressante série des épanchements qui couvrent la partie nord-est de l'île. Pour le moment, il se borne à signaler l'importance que prennent, à la base du système, les porphyrites, accompagnées de brèches et de tufs caractéristiques.

M. Douvillé met sous les yeux de la Société un travail de M. Kramberger Gorjanovic, publié à Agram et intitulé : « *Sur un Rudiste tertiaire* ». Deux échantillons de cette espèce ont été bien figurés par l'auteur, ce qui permet de reconnaître sans difficulté qu'ils se rapportent à une Balane du genre *Creusia* : la partie inférieure conique est recouverte d'une sorte de couvercle convexe composé de quatre pièces en forme de secteur, à surface costulée, séparées par des bandes lisses qui forment les quatre branches d'une croix ; au centre on distingue sur les deux échantillons l'ouverture rhombique caractéristique, qui paraît avoir été considérée par l'auteur comme une cassure accidentelle. Cette forme fossile présente de telles analogies avec les *Creusies* des mers actuelles et par exemple avec l'espèce qui a été figurée par Chenu (*Leçons sur l'histoire naturelle*, édit. de 1847, p. 347), que son attribution à ce groupe ne peut laisser de doutes.

M. Douvillé ajoute ensuite quelques observations au sujet du bel ouvrage sur la faune crétacée de Tunisie, que M. Peron a présenté à la société dans la séance précédente; il lui semble difficile de souscrire à certaines des conclusions de l'auteur : ainsi, pour l'*Amm. Tissoti*, ce ne peut être que par suite d'une erreur de fait que M. Peron la considère comme une variété *déprimée* de l'*A. Ewaldi*; le type de M. Bayle est au contraire une forme très renflée, largement tronquée sur la région ventrale, qui est *tricarénée*. Il est vrai que la figure de cette espèce est insuffisante à cet égard, puisque l'échantillon n'a pas été figuré de profil, mais ces caractères ne permettent aucune confusion avec l'*A. Ewaldi*; M. Douvillé a, du reste, indiqué l'existence de ces trois carènes dans sa note du 17 mars 1890.

Quant à l'*Heterammonites ammoniticas* de Coquand, ce dernier auteur indique que « la selle latérale et les selles auxiliaires présentent des découpures obtuses », ce qui n'est jamais le cas pour l'*A. Ewaldi*; elle est du reste beaucoup plus grande que cette espèce et elle se rapprocherait plutôt de l'*A. Cossoni* Peron; mais ce n'est qu'une probabilité. En outre, Coquand ne mentionne pas du tout le caractère fondamental de la bilobation de la selle externe, comme semble le croire M. Peron (*C. R. S.* p. ix); il dit seulement que « cette selle et le lobe latéral supérieur sont digités et découpés en forme de feuille de persil ». En somme la description de Coquand s'appliquerait tout aussi bien à une ammonite quelconque un peu usée sur les flancs, qu'à des formes que l'on avait l'habitude d'appeler *Buchiceras*. L'espèce et le genre de Coquand restent donc très douteux et insuffisamment définis; dans ces conditions il semble difficile de les faire entrer dans la nomenclature (1).

M. Henri Lasne répond aux objections formulées à la dernière séance par M. de Lapparent, contre les opinions qu'il a émises relativement à la formation des rideaux de Picardie (2).

Il rappelle d'abord les preuves qu'il avait tirées du parallélisme des rideaux et des diaclases, et fait observer que ce parallélisme est indépendant de la direction des vallées, auxquelles les rideaux sont souvent obliques.

Tout en admettant volontiers que de petits accidents sont dus à l'accumulation des terres par la charrue, et que le travail des hommes a contribué à régulariser les arêtes et les talus, M. Lasne tire, de la grandeur qu'atteint souvent le phénomène et de nombreuses parti-

(1) Une note plus complète sera publiée dans les Notes et Mémoires.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 34.

cularités de forme et de disposition, des arguments en faveur de son opinion.

Il passe ensuite à la structure interne, et cite un certain nombre de faits où les rideaux correspondent à une dénivellation des couches de craie.

Il maintient donc son opinion, en ce qui concerne les rideaux de Picardie, et termine en faisant observer que l'opinion opposée ne permet pas de comprendre la localisation du phénomène dans une région restreinte.

M. de Lapparent fait remarquer qu'il n'a pas dit que le labourage eût *créé* les rideaux, mais qu'il avait partout accentué et régularisé les inégalités de la pente des versants. Il écarte toute assimilation entre la Picardie et la Normandie où, malgré un sous-sol de craie, le régime hydrographique est absolument différent. Enfin il déclare qu'il lui est impossible d'admettre, d'une façon générale, les effondrements invoqués par M. Lasne et surtout la cause chimique qui leur est assignée.

M. Bertrand présente de la part de **M. Collot** la deuxième partie d'une « *Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse Provence. — Couches d'eau douce et généralités (1)* ».

Le Secrétaire dépose sur le bureau les deux notes manuscrites suivantes :

Observations sur la partie occidentale de la feuille de Luz, par **M. Beaughey** (2).

Les terrains d'alluvion à Pondichéry par M. l'abbé **Léveillé** (3).

(1) Voir pour la 1^{re} partie de ce mémoire, *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, T. XVIII, p. 49. Pour la 2^e partie, voir aux Notes et Mémoires, p. 39.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 93.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 99.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 1^{er} Décembre 1890

PRÉSIDENTE DE M. M. BERTRAND

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société : M. **Eugène Cuvillier**, capitaine du génie, demeurant 50, rue du Conseil, à Bruxelles, présenté par MM. Ortlieb et Emile Delvaux ; M. le **D^r Mignen**, à Montaigu (Vendée), présenté par MM. de Lapparent et Stuër.

Il annonce trois présentations.

M. **Maurice Hovelacque** fait hommage à la Société géologique d'une notice intitulée : *Sur la nature végétale de l'Aachenosaurus multidentis G. Smets*, et publiée dans le Bulletin de la Société belge de Géologie. Dans cette étude de deux fragments fossiles trouvés dans les dépôts aachéniens de Moresnet et attribués à tort à un Dinosaurien, l'auteur démontre la nature végétale de ces échantillons ; il établit :

1° Que la prétendue épine dermique n'est qu'un fragment de bois sans liber qu'il décrit sous le nom d'*Aachenoxydon* ;

2° Que la prétendue mâchoire est un rameau, avec bois et liber, qu'il rapporte au genre *Nicolia* Ung., et qu'il appelle *Nicolia Moresneti*.

Cette notice est accompagnée d'une planche montrant les ensembles des sections transversales et de figures, intercalées dans le texte, donnant les détails de la structure anatomique de ces fossiles.

M. W. de Lima offre à la Société deux notes dont il est l'auteur et ayant pour titres : *Noticia sobre as Camada da serie Permo-carbonica do Bussaco* et *Note sur un nouveau Eurypterus du Rothliegendes de Bussaco* (1).

M. Albert Gaudry présente le deuxième fascicule du tome I des Mémoires de Paléontologie de la Société. Ce fascicule comprend la suite du mémoire de M. Depéret sur *les animaux pliocènes du Roussillon*, et un mémoire de M. Nicklès sur des *Ammonites du Néocomien du Sud-Est de l'Espagne*. M. Gaudry signale toute l'importance de ce dernier mémoire qui fait connaître la disposition des cloisons de certaines Ammonites sur lesquelles on n'avait eu, jusqu'à présent, que fort peu de renseignements.

M. Albert Gaudry présente le troisième volume de ses *Enchaînements du monde animal* et s'exprime dans les termes suivants :

Je demande pardon à la Société géologique de lui remettre tardivement mon nouveau volumé des *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques*. Mais j'étais absent de Paris; j'avais été faire un voyage en Algérie et en Tunisie, étudier sur place les résultats des recherches paléontologiques de plusieurs de nos savants confrères, notamment celles de MM. Le Mesle et Philippe Thomas. J'ai vu M. Le Mesle à l'œuvre et j'ai admiré le dévouement à la science de ce vaillant explorateur. Je l'ai laissé au moment où il allait entreprendre dans le Sud de la Tunisie une excursion qui n'est pas sans fatigues et sans dangers.

Le volume que j'ai l'honneur d'offrir à la Société géologique traite des temps secondaires; il renferme 403 figures qui, pour la plupart, ont été faites par Formant, d'après des pièces du Muséum, de la Sorbonne et de l'Ecole des Mines. Chaque jour les naturalistes multiplient les noms de genre et d'espèce; à certains points de vue, ils ont raison. Mais il en résulte que la paléontologie semble très compliquée et si difficile que plusieurs savants s'en éloignent, désespérant d'arriver à la bien connaître. En réalité, un grand nombre d'espèces et même de genres ne sont que des apparences diverses d'un même type qui se continue à travers les âges. Dans mes trois volumes sur *Les Enchaînements*, j'ai cherché à mettre en lumière les liens de quelques-uns des anciens êtres; j'ai pensé que cela rendrait notre science plus facile à comprendre et que la

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 136.

Nature, en se montrant plus simple, nous paraîtrait encore plus belle.

Pour mon nouveau volume, comme pour tous mes autres ouvrages, l'amitié de mes confrères de la Société géologique a plus d'une fois facilité ma tâche : MM. Schlumberger pour les Foraminifères, Cotteau pour les Oursins, Munier-Chalmas et OEhlert pour les Brachiopodes, Douvillé pour les Rudistes, Fischer pour tous les Mollusques, Le Mesle et Durand pour les Fossiles d'Algérie, Berthelin pour les Holothuries, m'ont donné des indications précieuses ; j'ai grand plaisir à leur renouveler dans cette enceinte mes affectueux remerciements.

M. Henri Lasne présente, de la part de l'auteur, un mémoire intitulé : *Sur la construction des cartes magnétiques*, par **M. Th. Moureaux** (1).

Ce mémoire renferme l'exposé de l'importante découverte des anomalies magnétiques qui existent dans le Nord et l'Ouest de la France. L'une d'elles intéresse la déclinaison à Paris même. La cause de ces singulières anomalies doit sans doute être recherchée dans des faits géologiques.

Deux cartes résument le travail que M. Moureaux a effectué dans le Nord et l'Ouest de la France.

M. Seunes fait une communication sur la présence de Rudistes : *Ichthyosarcolites*, *Sphærulites* cf. *foliaceus*, etc., dans le Flysch à Orbitolines de la région sous-pyrénéenne des Basses-Pyrénées.

MM. L. de Launay et **E. A. Martel** présentent une *Note sur quelques questions relatives à la Géologie des grottes et des eaux souterraines* (2). Ils étudient : 1° dans une région de calcaires dévoniens plissés (vallées de la Sene et de la Lhomme, en Belgique) ; 2° dans une région de calcaires jurassiques horizontaux, coupés par des vallées profondes (cause de Gramat dans le Lot), les relations qui existent entre la nature géologique du sol et les formes des grottes ou l'allure des cours d'eau souterrains. Ils terminent par quelques rapprochements avec des phénomènes géologiques anciens et spécialement avec les filons métallifères.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 140.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 142.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les deux notes manuscrites suivantes :

Quelques observations nouvelles sur le Jura méridional, par M. l'abbé **Bourgeat** (1).

Note sur le gisement argovien de Frept (Isère), par M. **A. de Riaz** (2).



(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 166.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 170.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 15 Décembre 1890

PRÉSIDENTENCE DE M. M. BERTRAND

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société : M. **Léon Bertrand**, agrégé des sciences naturelles, demeurant 4, rue Berthollet, à Paris, présenté par MM. Gaudry et Munier-Chalmas; M. **Liétard**, demeurant 1, rue de Tournon, à Paris, présenté par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas; M. **Carrière**, attaché à la carte géologique d'Algérie, demeurant à Nîmes, présenté par MM. Collot et de Sarran d'Allard.

Il annonce une présentation.

Le Secrétaire offre à la Société, au nom de M. **Ficheur**, un volume ayant pour titre : « *Description géologique de la Kabylie du Djurjura.* » L'auteur a joint à son envoi la note suivante :

J'ai l'honneur de présenter à la Société un exemplaire de l'ouvrage que je viens de faire paraître. Ce travail m'a servi de thèse pour le Doctorat ès-Sciences devant la Faculté de Paris (28 Juin 1890).

Les résultats principaux qu'il renferme, ont trait à la classification des terrains éocènes de la région littorale de l'Algérie.

Dans une série d'assises complexes se rapportant aux groupes de l'Eocène moyen et de l'Eocène supérieur, j'ai établi par des études stratigraphiques détaillées, la succession de plusieurs étages nettement séparés, et présentant des caractères lithologiques constants sur de grandes étendues. L'étude des nummulites par comparaison avec les espèces provenant des assises de l'Eocène inférieur, repré-

sentées sur d'autres points de l'Algérie, m'a permis de séparer les deux séries de formations nummulitiques.

L'étude générale de la région Kabyle m'a donné lieu de décrire les terrains se rapportant aux groupes suivants : Terrains *azoïques*, *jurassiques*, *crétacés*, *éocènes*, *miocènes* et *pliocènes*.

La série miocène est ici plus complexe que sur les points précédemment étudiés en Algérie, par l'existence d'un étage inférieur (Oligocène), non encore signalé.

Je décris en outre la position stratigraphique d'une série de roches éruptives miocènes.

La description sommaire des nummulites étudiées, qui termine ce travail, sera reprise et complétée, avec les figures de chacune des espèces signalées, dans un ouvrage spécial, qui sera publié prochainement.

Cette étude stratigraphique est accompagnée de nombreuses coupes géologiques intercalées dans le texte, indiquant les relations remarquables des diverses formations tertiaires, et se termine par deux petites cartes autographiées, qui, à mon grand regret, ne représentent qu'une faible partie de la région étudiée, en s'attachant cependant, aux massifs orographiques les plus importants.

M. **Bigot** signale l'existence à Aunou (Orne) d'un sol avec racines en place à la partie supérieure de sables désignés par Guillier sous le nom de *sables et grès de la Source de l'Orne* (légende de la feuille de Mortagne). Ces sables contiennent des rognons de grès avec tiges d'*Equisetum*.

A Bursard des sables jaunâtres sont intercalés entre des calcaires marins ; ces calcaires sont oolithiques en bas ; au dessus des sables viennent des calcaires à *Macrodon hirsanense*, *Lucina bellona*, que surmontent des calcaires à Cyrènes, recouverts par les couches à fossiles spathiques de la tranchée de Sées (Bathonien moyen).

M. Bigot rappelle que ces faits sont à rapprocher de ceux qui sont bien connus dans le Boulonnais (Système d'Hydrequent) et en Angleterre (Scarborough).

M. **Parran** expose les circonstances géologiques dans lesquelles s'est opérée, vers 750 mètres de profondeur, la rencontre des couches supérieures du faisceau houiller de Lalle, recherchées depuis plusieurs années dans la Vallée de Gagnières (Gard). Quatre couches donnant ensemble une épaisseur de 4^m de charbon ont été récemment recoupées, et d'autres couches seront probablement atteintes par la galerie au rocher inclinée, qui se poursuit à travers bancs.

M. M. Bertrand présente, au nom de M. **Daubrée**, une notice nécrologique sur M. **Tchihatchef**. Il en sera donné lecture à la séance générale annuelle.

M. **Kilian** (1) fait part à la Société de la découverte qu'il vient de faire d'un niveau de *calcaire blanc coralligène* dans le Lias de la Savoie (2^e zone Alpine). Ce calcaire affleure près du lieu dit Dorgentil, sur le flanc méridional du Nielard (S. de Moutiers), où il est en relations avec une brèche à *Belemnites* cf. *paxillosus* et *Gryphea cymbium*. On le voit encore, nettement supérieur aux calcaires dolomitiques du Trias, au Nord du col de Varbuche. Enfin, dans la vallée de l'Arc au Pas-du-Roc, il se montre intercalé dans des calcaires marneux noirs compris entre un banc fossilifère à *Avicula contorta* et les masses schisteuses du Lias supérieur. Il est surtout visible près d'un petit pont sur l'Arc, en aval des gorges du Pas-du-Roc.

M. Kilian insiste sur la présence, signalée *pour la première fois dans les Alpes françaises* d'un faciès coralligène du Lias, analogue aux couches de Hierlatz, dans les Alpes orientales. Le calcaire de Dorgentil lui a fourni, outre de nombreux *Polypiers*, une *Bélemnite*, une *Lima*, une *Zeilleria* très voisine de *Zeilleria numismalis*, des radioles de *Cidaris*, etc.

M. **Kilian** signale également un fait qu'il vient de constater dans le massif de la Grande-Chartreuse, un peu en amont de Fourvoirie, dans la concession de ciment de MM. Vicat et C^{ie}.

On voit là, avec une grande netteté, s'intercaler *entre les deux bancs de ciment* dits de la Porte-de-France (Berriasien, zone à *Hoplites Boissieri*) une lentille de calcaire coralligène d'un blanc jaunâtre, à radioles de *Cidaris*, etc. Cette assise, d'abord assez mince (3 à 6 m.), augmente rapidement d'épaisseur vers le Nord-Est, ainsi que permettent de le constater aisément les travaux de recherche et d'exploitation de la C^{ie} Vicat. Près de la route du Désert, le banc inférieur à ciment qui, à quelque pas de là, séparerait encore le Coralligène susmentionné du calcaire lithographique de la Porte-de-France (Tithonique supérieur), vient se terminer nettement en biseau. — Il sera intéressant de suivre ces formations du côté du Jura et d'établir ainsi plus nettement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, les relations des calcaires à ciment berriasiens des zones subalpines avec leurs équivalents jurassiens.

(1) Une note plus détaillée sera insérée aux Notes et Mémoires.

M. **Roussel** adresse les deux notes suivantes :

1° *Observations sur les terrains secondaires et primaires des Corbières* (1).

2° *Note sur le Cénomaniien de Vernajoul et l'Aptien de Laborie* (2).

Dans la première, il étudie d'abord le Crétacé du Bézu, et démontre qu'en ce lieu existe un phénomène de transgressivité et non une faille, et que le gypse appartient au terrain sénonien tout aussi bien qu'à l'Albien. Ensuite, il passe en revue les buttes de calcaires de Campes, de Cubières, de Duillac, et toutes celles qui se dressent dans le Sénonien depuis Saint-Louis jusqu'à Padern et prouve qu'elles appartiennent au Crétacé supérieur et non à l'inférieur, attendu qu'elles renferment, entre autres fossiles, des hippurites et des caprinules. Il rapporte la dolomie du pic de Bugarach au Primaire et les calschistes irisés qui viennent à la suite, au Trias. Il décrit enfin le Trias, le Jurassique et les marnes gypsifères du Cénomaniien inférieur qui se développent entre la source salée et Padern, montre la transgressivité de ces dernières et annonce la découverte d'un riche gisement fossilifère liasique dans les montagnes de Montgaillard et de Padern.

Dans la seconde note, il fait reconnaître qu'il a trouvé dans le Cénomaniien de Vernajoul, *Discoidea subuculus*, *Pygaster truncatus*, *Pyrina Rousseli*, *Pseudodiadema tenue*, *Orthopsis granularis*, etc.; et dans les calcaires dits urgoniens de Laborie, de nombreux *Salenia Prestensis* et autres fossiles qui prouvent que ces calcaires appartiennent à l'Aptien et qu'il existe une transition ménagée entre cet étage et l'Albien.

M. **Carez** attendra pour répondre à M. Roussel que son travail ait paru dans le Bulletin. Mais il croit pouvoir faire déjà de nombreuses réserves quant aux conclusions de l'auteur.

Le Secrétaire dépose sur le bureau la note manuscrite suivante :

Étude sur le bassin pliocène de Théziers Roquemaure (Gard), par M. **Caziot** (3).

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 184.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 202.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 205.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 5 Janvier 1891

PRÉSIDENTENCE DE M. M. BERTRAND

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la précédente séance, le Président proclame membre de la Société, le **Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen**, présenté par MM. Munier-Chalmas et Bigot.

Il annonce trois présentations et fait part du décès de MM. **Ortlieb** et **Stoppani**.

Il est procédé au vote pour l'élection du Président de la Société. M. MUNIER-CHALMAS, ayant obtenu 136 voix sur 161 suffrages exprimés, est proclamé Président pour l'année 1891.

Puis sont élus successivement :

Vice-Présidents : MM. MICHEL LÉVY, OEHLERT, FERRAND DE MISSOL, RAMES.

Archiviste : M. Emm. de MARGERIE.

Membres du Conseil : MM. BERTRAND, FISCHER et SEUNES.

Par suite de ces élections, le Bureau et le Conseil sont composés pour l'année 1891 de la manière suivante :

Président : M. MUNIER-CHALMAS.

Vice-Présidents :

M. MICHEL LÉVY. | M. FERRAND DE MISSOL. | M. OEHLERT | M. RAMES.

Secrétaires :

Vice-Secrétaires :

M. J. BERGERON, pour la France.

M. DEREIMS.

M. HAUG, pour l'Étranger.

M. THIÉRY.

Trésorier : M. DOUVILLÉ.

Archiviste : M. Emm. de MARGERIE.

Membres du Conseil :

M. VÉLAIN.	M. PARRAN.	M. BIOCHE.
M. SCHLUMBERGER.	M. FAYOL.	M. BERTRAND.
M. DE LAPPARENT.	M. MALLARD.	M. FISCHER.
M. CAREZ.	M. NICKLÈS.	M. SEUNES.

Dans sa séance du 13 Janvier 1891, le Conseil a fixé, de la manière suivante, la composition des Commissions pour l'année 1891 :

1^o *Commission du Bulletin* : MM. GAUDRY, DE LAPPARENT, SCHLUMBERGER, MALLARD, CAREZ.

2^o *Commission des Mémoires* : MM. VÉLAIN, BERTRAND, CAREZ.

3^o *Commission de Comptabilité* : MM. PARRAN, FERRAND DE MISSOL, FAYOL.

4^o *Commission des Archives* : MM. MOREAU, BIOCHE, SCHLUMBERGER.

Séance du 19 Janvier 1891

PRÉSIDENTE DE M. M. BERTRAND, PUIS DE M. MUNIER-CHALMAS

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. M. Bertrand, avant de quitter le fauteuil de la présidence, adresse ses remerciements à la Société pour l'honneur qu'elle lui a fait; puis il remercie les secrétaires de leur dévouement aux intérêts de la Société. M. M. Bertrand invite M. Munier-Chalmas à prendre place au bureau.

M. Munier-Chalmas, après avoir dit combien il est flatté d'avoir été appelé à la présidence, rappelle les progrès de toutes sortes qui ont été réalisés sous la présidence de M. M. Bertrand. Au nom de la Société, il l'en remercie, ainsi que le Trésorier, l'Archiviste et les Secrétaires.

Par suite des présentations faites dans la précédente séance, le Président proclame membres de la Société : M. Joseph Jean, propriétaire à Alairac (Aude), présenté par MM. de Lapparent et de Margerie ; M^{me} Zelma Blech, demeurant à Paris, présentée par MM. Gourbine et Douvillé; M. Louis Raveneau, Agrégé d'histoire

et de géographie, demeurant à l'École normale supérieure à Paris, présenté par MM. Munier-Chalmas et de Margerie.

Il annonce deux présentations.

Le Président annonce que le Conseil propose la **Provence** comme lieu de la Réunion extraordinaire en 1891. Cette proposition, mise aux voix, est adoptée à l'unanimité.

M. **Albert Gaudry** offre de la part de M. de **Zigno** un mémoire ayant pour titre: *Chelonii terziari del Veneto*.

Il remet, au nom de M. de **Stefani**, des mémoires paléontologiques de MM. **Fabrini** et **Ristori** et présente à ce sujet quelques remarques (1).

M. **Albert Gaudry** présente la communication suivante :

M. **Depéret** annonce la découverte dans les fentes de la Grive Saint-Alban (Isère) de diverses pièces de squelette d'un grand Edenté, très-voisin du *Macrotherium sansaniense* Lartet de Sansan, dont la faune appartient à peu près au même niveau géologique que celle du gisement de la vallée du Rhône.

Les pièces recueillies comprennent: les deux avant-bras, les trois métacarpiens en connexion, le tibia, enfin une deuxième phalange postérieure et une phalange unguéale antérieure en forme de griffe fousseuse analogue à celle des Pangolins.

Tous ces os ressemblent beaucoup à ceux du type de Sansan, dont M. Filhol vient de recueillir de nombreuses pièces, qu'il a bien voulu me communiquer. On y observe notamment la disproportion si marquée qui existe entre la longueur énorme de l'avant-bras et celle de la jambe; ce caractère est encore plus exagéré dans l'animal de la Grive que dans celui du Gers.

Les os de la patte (métacarpiens) sont aussi de proportions plus allongées que dans le *Macrotherium* de Sansan.

Enfin, l'animal de la Grive est plus fort que celui du Gers, surtout si on lui compare les pièces types de Lartet; mais les pièces nouvellement recueillies par M. Filhol tendent à diminuer cette différence de taille.

Le principal intérêt de la découverte que je signale consiste dans

(1) Voir la liste des dons pour les titres de ces mémoires. — Voir aux Notes et Mémoires, p. 228, pour les remarques présentées par M. A. Gaudry

la présence dans la même fente que les autres os, d'une tête presque entière, quoiqu'un peu déformée, d'un *Chalicotherium* de grande taille. M. Filhol, à la suite de ses recherches à Sansan, a été amené à attribuer au *Macrotherium* les têtes et les dents décrites à part sous le nom de *Chalicotherium*, animal supposé voisin des *Rhinoceros* et des *Anoplotherium*.

La découverte de la Grive apporte un fait nouveau à l'appui de cette opinion, car les os des membres du *Macrotherium* de cette localité étant plus forts que ceux de Sansan, il se trouve aussi que le crane de *Chalicotherium* qui les accompagne est beaucoup plus grand que celui du Gers. La démonstration eût été, il est vrai, plus complète, si la fente en question n'avait offert un mélange d'os du *Rhinoceros brachypus* avec ceux du *Macrotherium*.

La probabilité du rapprochement du *Macrotherium* et du *Chalicotherium* est augmentée encore par le fait que j'ai été amené à constater au Muséum de Paris, avec l'aide obligeante de M. le prof. Gaudry, et que M. Filhol a pu constater aussi de son côté. En effet, les prétendues dents d'Édenté, figurées par Gervais (*Zool. et pal. fr.* pl. 43, fig. 1-2) sous le nom de molaires de *Macrotherium*, ne sont autre chose que des portions de molaires de Mastodonte extrêmement usées par la mastication. Les dents du *Macrotherium*, restant ainsi inconnues, il devient aujourd'hui presque certain qu'il faut les chercher sous la forme du *Chalicotherium*.

Au point de vue spécifique, les différences signalées plus haut entre les os de la Grive et ceux de Sansan me paraissent insuffisantes pour constituer une espèce nouvelle du genre *Macrotherium* et je me bornerai à figurer prochainement dans les *Archives du Muséum de Lyon*, l'Édenté de la Grive comme une race locale du *Macrotherium Sansaniense* sous le nom de race *Rhodanicum*.

M. de Lapparent offre à la Société une brochure de M. Pavlow ayant pour titre: *Le Néocomien des montagnes de Worobiewo*. Dans ce travail l'auteur signale dans les environs de Moscou, la présence de formes fossiles caractéristiques du Néocomien de l'Europe occidentale.

M. Vélain (1) signale la découverte importante faite par M. Rabot de sables diamantifères dans la Laponie russe. Dans ces

(1) Ce travail paraîtra in-extenso dans les Notes et Mémoires.

sables, un examen attentif lui a permis de reconnaître les dix-huit espèces suivantes, distribuées par ordre de fréquence :

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| 1. Grenat. | 10. Magnétite. |
| 2. Zircon. | 11. Ilménite. |
| 3. Amphiboles brune et verte. | 12. Staurolite. |
| 4. Glaucofane. | 13. Andalousite. |
| 5. Disthène. | 14. Tourmaline. |
| 6. Pyroxène. | 15. Sphène. |
| 7. Quartz. | 16. Epidote. |
| 8. Corindon. | 17. Oligoclase. |
| 9. Rutile. | 18. Diamant. |

Après avoir indiqué quelques particularités intéressantes offertes par ces diverses substances, il mentionne le diamant représenté, dans ces sables, par de petits fragments anguleux ou roulés, pourvus d'un éclat adamantin toujours vif, d'une très forte réfringence. L'essai de la dureté a permis de constater qu'ils rayaient le corindon ; soumis à l'action des réactifs oxydants fournis par un mélange de chlorate de potasse et d'acide nitrique ils sont restés intacts ; enfin, un petit fragment brûlé complètement dans l'oxygène n'a fourni que de l'acide carbonique. Tous ces minéraux ne sont autres que ceux des granulites et des gneiss de la région, gneiss le plus souvent granulitiques et qui offrent dans la vallée du Pasvicq de belles variétés amphiboliques et pyroxéniques. Ainsi s'expliquent les différences que présentent ces sables dans leur composition, avec ceux de même nature de l'Inde et du Brésil, où M. Damour, à simple vue ou à l'aide d'une loupe, a su reconnaître 28 espèces distinctes ; différences qui ne portent, du reste, que sur l'absence des chlorophosphates hydratés, et sur la présence non encore signalée de l'épidote et du sphène. Tous les autres minéraux sont les satellites habituels du diamant.

Ces sables ont été recueillis par M. Rabot au pied d'une terrasse sablonneuse, dans une île du lac Vagattim formé par l'épanchement du Pasvig, rivière qui dans son cours inférieur dessine la limite entre la Norvège et la Russie. Leur affleurement reste limité à une petite plage étroite, située au ras de l'eau et qui se traduit de loin par une coloration rouge bien tranchée.

M. Munier-Chalmas (1) fait une communication relative au Cénomaniens, au Turonien, au Sénonien et au Danien du Bellunais, de l'Alpago, du Frioul et de l'Istrie ; il passe en revue les faciès qui

(1) Ce travail paraîtra in extenso dans les Notes et Mémoires.

correspondent à ces étages dans ces différentes régions. Il insiste sur la séparation qui existe entre les terrains crétacés et sur les différents horizons de l'Eocène de la partie est du versant Sud des Alpes orientales. Il décrit les formes nouvelles de *Rudistes* et de *Gastéropodes* qui caractérisent dans le Vicentin, le Bellunais, l'Alpago, le Frioul et l'Istrie les différents faciés du terrain crétacé depuis le Cénomaniens jusqu'au Garumnien.

Il décrit également la faune de l'Eocène inférieur et celle de l'Eocène moyen.

Il fait aussi des remarques sur les modifications à introduire dans le genre *Orbitoides* et sur les espèces nouvelles du Vicentin qu'il doit décrire.

En collaboration avec M. Schlumberger, il va faire paraître dans le Bulletin un travail sur les *Alvéolines* des régions dont il vient d'être question. Toutes les espèces seront figurées au moyen des procédés nouveaux de phototypie, d'après des sections minces exécutées par M. Schlumberger.

Le Secrétaire donne lecture des passages suivants, extraits d'une lettre de M. **Le Mesle**, en date du 27 Décembre 1890, adressée de Tataouine (Tunisie) au Président de la Société.

« Quelques fossiles rapportés du sud de la Tunisie par M. l'ingénieur Aubert, d'abord méconnus, avaient ensuite été considérés par M. Gauthier, comme pouvant être jurassiques (*Hemicidaris* vel *Aerosalenia* ?)

» Chargé par le Ministre de l'Instruction publique d'une mission géologique dans la Régence, je me proposais, à l'occasion, de vérifier ce fait intéressant.

» Je viens d'être assez heureux pour rencontrer des gisements riches et étendus de Kimmeridgien (*Ptérocérien* ?) auprès de Tataouine, dernier poste militaire français vers la frontière tripolitaine ; les espèces y sont nombreuses, souvent fort bien conservées, et une cinquantaine de formes, déjà recueillies, représentent toutes les classes d'invertébrés ; cette faune offre la plus grande analogie avec la faune classique de Villerville.

» Les strates sont presque horizontales, très découpées et d'une exploration relativement facile.

» Tout le massif de Tlalet appartient à cette formation dont je vais poursuivre l'étude dans le sud de Tataouine, ayant ensuite à explorer le massif de Douirat et le plateau des Matmati.

M. Georges Rolland adresse à la Société une communication sur l'histoire géologique du Sahara depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle (1).

A cette communication est jointe une carte géologique du Sahara, allant depuis l'Océan atlantique jusqu'à la mer Rouge, et depuis l'Atlas et la Méditerranée jusqu'au Soudan.

M. A. de Grossouvre adresse à la Société une *Note sur le Callovien de l'Ouest de la France et sur sa faune* (2)

Dans ce travail, l'auteur revient sur la discordance qu'il a signalée dans l'ouest de la France entre le Callovien et le Bathonien : il discute l'objection présentée par M. Choffat dans l'annuaire géologique (1888), pour qui l'oolithe ferrugineuse de Montreuil-Bellay est identique aux couches à *Am. macrocephalus* de Saint-Rambert. Il montre que ces dernières, pas plus que l'oolithe de Montreuil-Bellay, ne renferment aucun des Céphalopodes caractéristiques des niveaux les plus inférieurs du Callovien ; et il en conclut que la lacune signalée existe aussi bien dans le Jura que dans le Poitou.

L'étude de la faune du Callovien du Poitou et de la Vendée montre l'existence dans cette région d'un certain nombre de fossiles du Callovien alpin et en particulier d'un *Glossothyris* très voisin de la *Ter. nucleata*, type de Zieten, et de la *Ter. tenuiplicata* Uhlig. Cette même faune paraît se retrouver dans le Callovien du Portugal avec une Térébratelle très peu différente de celle que l'on trouve dans la Vendée.

Il est intéressant de rapprocher l'existence de cette colonie de fossiles alpins de celle des fossiles des calcaires gris de Vénétie indiquée dans la Sarthe par MM. Boehm et Chelot.

M. de Grossouvre croit devoir appeler l'attention sur les conclusions stratigraphiques du mémoire de M. de Saporta qui vient de paraître dans le 3^e fascicule des mémoires de paléontologie : en se basant sur l'étude de la flore, notre éminent confrère établit que la base de la formation de Fuveau doit être placée dans le Campanien et non dans le Danien et il pense que les grès à végétaux du Beusset, classés généralement dans le Campanien doivent être descendus dans le Senonien inférieur.

Ces conclusions sont conformes à celles que M. de Grossouvre a

(1) Voir aux Notes et Mémoires p. 237.

(2) Voir aux Notes et Mémoires p. 247.

formulées précédemment dans son travail sur la Craie de Touraine (B.S.G.F. 3^e S.T. XVII, p.519) où il a montré que les calcaires marneux à *Lima ovata* du Castellet, supérieurs aux grès à végétaux, étaient par leur faune l'équivalent du Santonien de la Charente, de la couche à *Spondilus truncatus* de la Touraine et de l'*Unter-Senon* de la Westphalie. Or, les travaux de M. Schluter démontrent que ce dernier horizon est inférieur à la *Belemnitella quadrata* : il en résulte donc qu'en Provence il n'existe pas de Campanien marin.

M. Reusch, par l'intermédiaire de **M. Michel Lévy**, adresse la note suivante :

Les montagnes qui environnent le grand fjord de Varanger, à l'extrême nord de la Norvège, consistent principalement en grès et conglomérats formant des assises presque horizontales. Quelques-uns de ces conglomérats sont de vraies moraines. On n'y voit plus aucune stratification ; c'est une masse argileuse et sableuse remplie de blocs de pierre. Ceux-ci ne sont pas des galets arrondis, mais ils présentent des formes assez irrégulières et leurs arêtes sont arrondies. La plupart de ces blocs proviennent du terrain primitif et consistent en gneiss, roches dioritiques etc. Les galets de dolomie y sont rares. Quelques-uns de ces derniers y portent sur des faces polies de très belles stries. Ce sont des cannelures divergentes, qu'on ne peut confondre avec le polissage produit par les glissements des couches le long des fentes. Les galets de roches autres que la dolomie, offrent souvent la forme des blocs de moraines ; mais c'est par exception qu'on peut y reconnaître des stries distinctes. C'est d'ailleurs un fait bien connu que dans les moraines actuelles les stries les plus nettes s'observent sur les blocs des roches qui ne sont pas très dures.

Dans une localité j'ai trouvé la preuve de l'origine morainique de ces conglomérats. Ils sont très friables et les roches sous-jacentes ont été mises à découvert. C'est un grès dur, dont la surface est polie et porte des stries et cannelures très nettes. Sur ce grès ont glissé les glaciers qui ont déposé les moraines qui les recouvrent. On y reconnaît deux systèmes de stries : l'un a une direction S.-E., l'autre une direction E. Lors de la dernière période glaciaire (ou période glaciaire proprement dite) le mouvement des glaciers s'est fait dans la direction N.-E.

L'âge géologique des montagnes du Varangerfjord n'est pas encore fixé d'une façon définitive, par suite du manque de fossiles. M. le Dr Dahll croit qu'elles appartiennent au Permien ; quant à moi, il

me semble tout aussi juste de les rapporter aux terrains cambro-siluriens qui d'ailleurs constituent nos montagnes de la Scandinavie.

Le secrétaire dépose sur le bureau les notes suivantes :

Note sur le péristome d'un Rhacophyllites par M. C. de Stefani (1).

Nouvelles observations sur le terrain houiller du Monte Pisano par M. C. de Stefani (2).

Adjonctions à la géologie de l'Inde française. Principaux fossiles du terrain crétacé, par M. H. Lèveillé (3).

Le Président prévient les membres de la Société, que conformément à une décision du Conseil, ils peuvent prendre connaissance et faire l'achat des volumes que la bibliothèque de la Société possède en double.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 14 janvier 1891

Renouvellement du Bureau. — Ont été nommés pour l'année 1891 :

Président : M. Th. Barrois.

Vice-Président : M. Ladrière.

Secrétaire : M. L. Cayeux.

Trésorier : M. Crespel.

Bibliothécaire : M. Quarré.

Membres du Conseil : MM. Ch. Barrois, Lecocq, Malaquin.

M. Ch. Barrois. — *Observations sur la carte géologique de Quimper (suite).*

M. Ch. Barrois. — *Analyse d'un mémoire de M. Jackson sur la Phylogénie des Lamellibranches.*

(1) Voir aux Notes et Mémoires p. 231.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 233.

(3) Cette note paraîtra in-extenso dans les Notes et Mémoires.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 2 Février 1891

PRÉSIDENTENCE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société: M. le Baron **Charles de Watteville**, demeurant à Paris, 50, avenue Victor Hugo, présenté par MM. Gourbine et Douvillé, et M. **Tanquerelle des Planches**, demeurant à Paris, 212, rue de Rivoli, présenté par MM. Nicklès et Haug.

Il annonce le décès de M. **Gravina**, de Catane (Italie), membre de la Société.

M. de **Lapparent** annonce la mort de M. **William Lawthian Green**, bien connu par ses travaux sur la forme tétraédrique de la Terre.

M. M. **Hovelacque** offre à la Société un numéro de la *Photo-Gazette*, contenant la description d'un appareil photographique permettant d'obtenir des agrandissements ou des réductions de divers échantillons d'Histoire naturelle. Cet appareil consiste en un long bâti, sur lequel se meut un support vertical dans lequel glisse, de droite à gauche, un cadre également vertical. Sur ce cadre se fixent divers châssis qui supportent les objets à photographier et qui peuvent se déplacer de haut en bas. On peut donner à la chambre noire un tirage d'un mètre. L'objectif est un aplanétique n° 3 (11 lignes) de Steinheil. Grâce à ce dispositif, on obtient soit des réductions au quart, soit des grossissements de sept diamètres.

M. Hovelacque montre à la Société diverses photographies représentant des coupes microscopiques de plantes fossiles, des empreintes

végétales, des coquilles vivantes ou fossiles, des échantillons d'herbier, ainsi que des agrandissements de clichés existants. En terminant, il attire l'attention des Géologues sur l'avantage qu'il y a de reproduire les échantillons les plus variés par ce procédé, qui donne les preuves les plus irréfutables des faits observés.

M. de Lapparent dépose, de la part de M. Stuart-Menteath, une note (1) relative à la constitution géologique des Pyrénées. L'auteur affirme de nouveau l'âge *dévonien* du calcaire de Latxia, identique, suivant lui, à la « dalle » de la Peña Blanca.

A propos de la présence du Muschelkalk dans les Pyrénées, M. Stuart Menteath pense que, du moment qu'il est admis, que les marnes bariolées et salifères subordonnées aux ophites sont des remplissages de failles, comme l'admet M. Jacquot, elles ne peuvent pas servir d'argument stratigraphique pour établir l'âge triasique des calcaires observés dans leur voisinage.

Enfin l'auteur rappelle que, depuis dix ans, il a signalé dans le Crétacé des calcaires coralligènes, probablement cénomaniens, lesquels, à Alsasna (Navarre), recouvrent des assises à faune urgonienne. M. Stuart Menteath tient d'autant plus à cette constatation que, dans un ouvrage récent, on lui a faussement attribué l'opinion que certaines couches crétacées, entre Ascain et Sare, étaient de l'âge du Lias.

M. Douvillé présente à la Société un ouvrage intitulé « *Guide du géologue dans le Tertiaire parisien* », par M. A. Laville, attaché au laboratoire de Paléontologie de l'École des Mines. Cet ouvrage a pour objet de faciliter aux jeunes géologues l'étude des localités fossilifères des environs de Paris; il comprend 10 cartons extraits de la carte topographique au $\frac{1}{80\ 000}$ indiquant les itinéraires des principales excursions à faire, ainsi que les positions précises des gisements fossilifères. Il est accompagné de 10 planches en phototypie, comprenant 108 figures et reproduisant les fossiles que l'on rencontre le plus souvent.

M. Charles Janet (2) rappelle qu'il a présenté récemment à la Société un *Echinocorys carinatus* présentant des pores génitaux multiples indiscutables à cause de l'état de conservation remar-

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 291.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 295.

quable de l'échantillon. Il vient, en collaboration avec M. L. Cuénot, d'examiner soigneusement les Echinides de sa collection. Ils ont observé quelques particularités dont ils ont fait l'objet d'une note accompagnée de figures et ils déposent cette note sur le bureau de la Société.

Les *Cidaris* de la craie sénonienne montrent assez fréquemment des pores génitaux doubles. Une basale de *Cidaris perornata* Forbes, montre du côté externe et du côté interne deux pores égaux parfaitement séparés. Une basale de *Cidaris sceptrifera* Mant. montre deux pores très nets du côté externe, mais débouchant dans une fossette commune du côté interne. Enfin un stade moindre est fourni par une basale appartenant à la même espèce : elle présente, du côté interne, une fossette plus grande que les fossettes génitales habituelles qui débouche à l'extérieur par un pore unique mais nettement bilobé.

Un *Arbacia punctulata* Des Moulins présente des pores doubles sur les deux basales inférieures, tandis que les pores des trois autres basales sont simples, disposition symétrique par rapport à l'axe de Lóven.

Il résulte de ce qui précède que les pores génitaux multiples se rencontrent bien réellement et ne sont même pas très rares chez les Oursins actuels et fossiles. Toutefois cette multiplicité n'a que la signification de monstruosité et malgré la ressemblance avec les Paléchinides il ne faut pas y voir un retour atavique à un stade ancestral, mais simplement une anomalie de développement. En effet, les basales se développent sans aucun orifice, et ce n'est que tardivement qu'elles sont perforées par les canaux vecteurs des glandes génitales, la perforation se produisant de dedans en dehors par résorption du calcaire et l'on conçoit aisément que cette résorption puisse se produire en deux ou trois points voisins au lieu de se produire en un seul, la glande génitale restant parfaitement simple.

Les pores madréporiques réduits à un seul dans le cas unique de l'*Echinocyamus pusillus* sont ordinairement très nombreux et cantonnés dans la basale antérieure droite. M. Munier-Chalmas a montré qu'ils envahissent souvent les basales voisines, soit quelques-unes d'entre elles (*Echinoconus conicus*) soit la totalité (*Discoidea infera*). Parfois ils passent sur les plaques ocellaires (*Hemipneustes*) et ils arrivent à envahir tout le disque (*Clypeastroïdes*). Lóven paraît être le seul auteur qui ait décrit des échantillons (*Spatangus purpureus*, etc.), chez lesquels un petit nombre de pores madréporiques étaient sortis du calice pour s'établir dans les premières

plaques de l'interradius médian du bivium. Chez l'échantillon d'*Arbacia punctulata* présentant l'anomalie des pores génitaux que nous avons décrite plus haut, un grand nombre de pores sortent du calice pour s'étendre dans l'interambulacre correspondant au madréporite (2 de Lóven) jusque près du milieu de la hauteur totale du test. C'est une anomalie très curieuse par sa rareté.

Dans cette note, à l'exemple de Ludwig, de Carpenter et de Sladen, les plaques génitales sont désignées sous le nom de basales. Les génitales des Oursins sont, en effet, parfaitement homologues aux basales des jeunes Astéries et Ophiures, et il y a avantage à employer un nom ayant une signification générale pour les trois groupes. Quant aux plaques ocellaires la question est plus complexe. Après les avoir assimilées aux terminales des Astéries, pièces situées à l'extrémité des bras et abritant le tentacule terminal, on les a homologuées aux radiales, pièces qui chez les Astéries adultes restent sur le disque à l'origine des bras. Cette manière de voir a été adoptée en particulier par les trois auteurs que nous venons de citer. Malgré leur autorité, il faudra sans doute revenir à l'interprétation ancienne et assimiler les ocellaires aux terminales, de sorte que la face aborale des Astéries et des Ophiures tout entière restera représentée chez les Oursins uniquement par l'appareil apical dont toutes les pièces demeurent fortement unies, tandis qu'elles sont dissociées chez les Astéries et les Ophiures.

M. Munier-Chalmas dit que M. Janet vient de signaler un point intéressant et fort rare, en montrant que les hydrotrèmes pouvaient exister en dehors de l'appareil apical. M. Munier-Chalmas a eu l'occasion de voir souvent, en usant, avec de l'acide, les plaques apicales des Echinides, qui présentaient des hydrotrèmes sur plusieurs de ces plaques, que les pores extérieurs correspondaient à des canaux rayonnants très obliques, s'irradiant de la plaque madréporique. En gagnant l'intérieur, ces canaux se dirigent tous vers l'espace où vient se terminer le canal aquifère ; il eut été, du reste, difficile de concevoir une autre organisation.

M. Munier-Chalmas fait également remarquer, à propos de la terminologie, qui doit être adoptée pour désigner les plaques apicales des Echinides, que la majorité des paléontologistes et des zoologistes semble actuellement d'accord pour les homologuer avec les pièces situées à la base du calice des Crinoïdes : les basales (1^{er} cycle) étant les homologues des pièces génitales qui correspondent aux régions anambulacraires ; les radiales (2^e cycle) étant les

homologues des plaques pseudo-ocellaires qui correspondent aux régions ambulacraires.

Il pense qu'à ce point de vue, il est préférable, ainsi que l'ont fait MM. Carpenter, Wachsmuth, et comme lui-même l'a admis, de comparer directement les Echinides avec les Crinoïdes (Eucrinoïdes, Blastoïdes) plutôt qu'avec les Astéries, puisque les pièces basales et radiales ont été établies pour les Eucrinoïdes, et que leur existence n'a pu être reconnue, chez les Astéries, que par analogie et que d'autre part dans ce dernier groupe il existe encore quelques divergences d'opinion sur la valeur de quelques-unes d'entre elles.

M. Van den Broeck fait une communication au sujet des recherches du colonel Goulier, sur les oscillations du sol de la France.

M. de Lapparent pense que les résultats fournis par les différents nivellements de la France sont encore trop discutés pour qu'il soit possible de s'appuyer sur eux pour admettre des oscillations certaines à la surface de notre sol.

M. D.-P. Ehlert (1) ne peut admettre les assimilations proposées par M. Lebesconte dans sa note du 3 novembre dernier, pour les assises siluriennes des Coëvrons, etc. Il persiste à croire que le poudingue d'Oigny, et le calcaire de Sillé-le-Guillaume, etc., sont les équivalents des conglomérats pourprés et des marbres de Clécy, ainsi que de ceux de la vallée de la Laize. Dans les Coëvrons, ces couches sont surmontées par des grès grossiers, des brèches pétrosiliceuses, des tufs, des psammites à Lingules, qui les séparent du Grès armoricain; ce dernier n'existe que dans la partie orientale de la forêt de Sillé, où l'on trouve les schistes fossilifères de la faune 2^e. Le synclinal des Coëvrons est distinct du bassin de Vitré-Laval, auquel appartient la Charnie; et dans cette région on retrouve la même succession de roches séparant les schistes de Rennes du Grès armoricain.

M. de Lapparent (2) fait connaître une théorie à laquelle il a été conduit, par l'examen des faits, pour expliquer la formation de l'*Argile à silex*. Il est admis par tout le monde que c'est par dissolution

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 355.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 305.

de la craie sous-jacente qu'ont été creusées les poches dans lesquelles s'observe l'argile ; mais les avis diffèrent grandement quant à la nature de l'agent qui a opéré cette dissolution, et quant à la source d'où dérive l'argile servant de gangue au silex.

Convaincu, d'une part, que les eaux météoriques sont à elles seules incapables de faire un aussi grand travail, d'autre part que le minime résidu argileux de la dissolution de la craie ne saurait produire des accumulations comme celles du pays de Caux, où l'argile à silex a parfois 35 mètres d'épaisseur, M. de Lapparent a remarqué qu'un très grand nombre des poches de cette argile renfermaient, en leur centre, des amas d'argiles bariolées, de sables et de grès, où il est impossible de méconnaître des dépôts appartenant au faciès continental de l'argile plastique. Le fait que ces dépôts se sont ainsi logés au centre des poches prouve que la dissolution de la craie a eu lieu à une époque où sa surface, en Normandie, était recouverte par une nappe de formations éocènes.

Or, l'expérience des gîtes calaminaires a clairement établi que, quand des eaux thermales filoniennes passaient d'un calcaire dans une formation imperméable, elles rongeaient le calcaire à droite et à gauche de la fente principale, en produisant non plus des sulfures, mais des minéraux oxydés. Si donc on imagine des sources carboniques, des *mofettes*, tendant à se faire jour par les fissures de la craie, il est naturel que ces eaux, gênées par la nappe imperméable d'argile plastique, s'emploient à corroder la craie, en faisant progressivement effondrer l'argile et les sables dans les cavités ainsi produites.

D'un autre côté, ces sorties de mofettes n'avaient de chances de se produire que dans un terrain émergé et en voie de dislocation. Voilà pourquoi le phénomène n'aurait eu lieu que sur le grand anticlinal crayeux qui, à l'époque du Calcaire grossier, séparait le synclinal tertiaire du bassin de Paris du synclinal de la Manche, dont les dépôts de Dieppe et du Ponthieu représentent l'amorce orientale. Telle est la raison pour laquelle, en Picardie, le *bief à silex*, absent des abords immédiats du bassin tertiaire marin, se prononce de plus en plus à l'ouest, c'est-à-dire à mesure qu'on se rapproche de l'axe du bombement.

Quant à l'hypothèse d'abondantes émissions carboniques à partir de l'Eocène moyen ou supérieur, elle n'a rien que de très naturel si l'on réfléchit à l'activité thermique que révèlent, à la même époque, sur tout le continent français, les formations dites *sidérolithiques*.

M. Douvillé (1) fait la communication suivante :

M. Bayle a signalé, il y a longtemps, la confusion qui avait été faite entre les Radiolitidés à bandes plissées dont les uns présentent une arête cardinale (*Sauvagesia*) et accompagnent les Caprinidés du Cénomaniens supérieur, tandis que les autres, dépourvus d'arête cardinale (*Biradiolites cornupastoris*), caractérisent au contraire le Turonien supérieur.

M. Douvillé ayant reconnu que l'on rencontrait en Provence non seulement cette dernière espèce, mais encore le *Sauvagesia Sharpei*, a pensé qu'il serait utile de préciser les différences que présentent ces deux formes. Quand les échantillons sont bien conservés, les caractères externes paraissent suffire pour les distinguer : en particulier la bande correspondant à l'ouverture respiratoire est beaucoup plus large dans les *Sauvagesia*. Mais les caractères internes tels qu'ils sont donnés par une coupe transversale permettent dans tous les cas de séparer les deux genres avec une grande facilité.

M. Kilian (2) présente à la Société le résumé suivant des résultats auxquels l'ont conduit les explorations effectuées pour le compte du Service de la Carte géologique de France. Ces observations, développées et accompagnées de profils, font l'objet d'un travail dont il demandera prochainement à la Société d'accorder l'insertion au *Bulletin*. Elles viennent compléter celles qu'il a récemment publiées (Comptes rendus Ac. des sc., 5 janvier 1891 et Compte rendu somm. Soc. géol. 15 décembre 1890).

Les faits que M. Kilian tient à signaler à l'attention de ses confrères, sont :

1° Constance et extension très grande d'une brèche calcaire liasique que l'auteur a suivie de Moutiers (Savoie), à Sérenne (Basses-Alpes) et qui fournit un excellent horizon.

2° Existence du calcaire bréchoïde du Jurassique supérieur (Calc. de Guillestre) à *Ammonites* et *Duvalia*, dans un certain nombre de massifs du Briançonnais, du Queyras et de la Haute Ubaye, considérés comme liasiques par Lory.

3° Le vaste ensemble désigné par Lory sous le nom de *Calcaires du Briançonnais* et rangé provisoirement dans le Lias par cet auteur, ensemble à l'étude duquel M. Kilian a consacré plusieurs semaines, doit être en grande partie attribué au Trias dans les plis duquel se trouvent pincés de nombreux lambeaux appartenant au Lias et au Jurassique supérieur. Ces calcaires dolomitiques du Trias

(1) Cette communication paraîtra in extenso dans les Notes et Mémoires.

(2) Cette communication paraîtra in extenso dans les Notes et Mémoires.

jouent ici un rôle analogue à celui des *dolomies du Tyrol*. Quant aux enclaves jurassiques, elles seront souvent fort difficiles à distinguer des calcaires triasiques. Les brèches du Lias et du Jurassique supérieur pourront servir de repères excellents pour ce travail.

4° Transgression et discordance du Jurassique supérieur sur les calcaires triasiques (aux environs de Guillestre et du Castellet), qui doivent conduire à supposer des mouvements du sol (émersions locales) ayant eu lieu pendant l'époque jurassique, mouvements que d'autres considérations ont déjà conduit l'auteur à considérer comme probables (1).

5° Existence d'une brèche nummulitique *micacée et quartzeuse* bien distincte de la brèche liasique aux environs de Moutiers (Tarentaise); cette brèche était jusqu'à présent considérée comme triasique.

6° *Discordance angulaire* du Nummulitique sur les couches plus anciennes. (Le Castellet dans la Haute Ubaye, Roche-Close près Seyne) et transgression de ces mêmes dépôts nummulitiques sur diverses assises (du Terrain Primitif au Sénonien) dont les débris se retrouvent, en chaque cas particulier, parmi les éléments des premières couches éocènes (Savoie, Hautes-Alpes).

Il faut admettre par conséquent comme démontrée l'existence *des mouvements anténummulitiques (postsénoniens)*, dont les traces sont bien visibles dans les Basses-Alpes, ainsi que M. Kilian l'a déjà indiqué (1).

7° Pour aucun des terrains étudiés, les limites des différents faciès ne coïncident exactement avec celles des quatre zones alpines.

8° L'existence *presque exclusive* de dislocation (plis, failles, plis couchés, chevauchements du massif de Varbuche, du Galibier) témoignant d'un refoulement latéral considérable.

M. **Kilian** profite de l'occasion pour protester contre une assertion que lui attribue M. Koken dans le « Neues Jahrbuch für Mineralogie, Géologie und Palaeontologie (1890, t. II, p. 285). » D'après l'auteur allemand, M. Kilian aurait exprimé, dans sa « Description géologique de la Montagne de Lure », l'idée que les assises à *Hipparion* du Mont Luberon et non Liberon) et les conglomérats de Monte Rosso sont *supérieurs* à l'Horizon de Pikermi.

Il suffit de se reporter au passage incriminé par M. Koken (Descr. Montagne de Lure, p. 331: « l'équivalent des couches à *Hipparion* du Mont Luberon et des conglomérats du Monte Rosso (Ligurie), placés *sur*

(1) Comptes rendus de la Soc. des Sc. 21 octobre 1889. C. rendu Séances Soc. de Stat. de l'Isère, 17 mars 1890.

l'horizon des dépôts de Pikermi...») pour voir qu'il s'agit là d'un malentendu. M. Kilian tient essentiellement à relever cette erreur et à rappeler ainsi que son opinion n'est pas celle que lui prête M. Koken.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE DE L'ISÈRE

Séance du 22 Décembre 1890

M. Kilian fait une communication sur la structure du massif du Mont-Thabor. Il décrit successivement comme prenant part à la constitution de ces montagnes :

- 1° Les grès houillers (Col de la Vallée Etroite) ;
- 2° Les phyllites verts, feldspathiques du Permien (Vallée Etroite) ;
- 3° Les quartzites triasiques ;
- 4° Une mince assise de Gypses et de Cargneules ;

5° Des calcaires dolomitiques fossilifères du sommet du Thabor, rapportés au Crétacé par MM. Portis, Piolti et Virgilio sur la foi d'empreintes de *Cylindrites*. Quoique ces calcaires ne contiennent aucun fossile déterminable, M. Kilian les attribue au Trias dont *ni leur nature pétrographique, ni leur position stratigraphique n'autorisent à les séparer.*

Après avoir montré que les massifs triasiques des Rochilles et du Thabor représentent une suite de synclinaux accidentant l'anticlinal (1) houiller de la 3^e zone alpine et permettant de se rendre compte de la nature essentiellement tangentielle des mouvements (plis) qui ont donné naissance aux zones alpines, M. Kilian annonce qu'on lui a remis une Ammonite provenant des environs du Col de la Tempête au S.-E. du Thabor. Cette coquille fait partie d'un groupe liasique, série des *Aegoceras*, et permet de supposer que des lambeaux de calcaires liasiques sont pincés dans les plis des dolomies triasiques aux alentours du Thabor.

(1) Reconnu par Alphonse Favre dès 1861.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 28 Janvier 1891

M. L. Cayeux. — *Etude comparée des Résidus des Craies à Terebratulina Gracilis et à Micraster breviporus des environs de Lille.*

L'auteur a reconnu dans les résidus de ces Craies, soumises à l'action d'un acide faible :

1° *Marnes à T. gracilis* : A) *Eléments de transport* : c'est par ordre d'importance : quartz, tourmaline, zircon, magnétite, rutile, grenat, albite, anatase, apatite. — B) *Eléments ayant pu prendre naissance in situ* : glauconie, pyrite, limonite. — C) *Restes d'organismes* : Eponges, Tetractinellidæ, Monactinellidæ, Lithistidæ; Foraminifères; Diatomées.

2° *Craie à Micraster breviporus* : A) *Eléments de transport* : quartz, zircon, grenat, tourmaline, rutile, magnétite, orthose (1), albite, anatase, mica blanc, brookite. — B) *Eléments ayant pu prendre naissance en place* : glauconie, limonite. — C) *Restes d'organismes* : Eponges, Tetractinellidæ, Monactinellidæ, Hexactinellidæ, Lithistidæ; Foraminifères; Diatomées.

M. Ladrière. — *Quaternaire de la vallée de la Somme.*

(1) L'orthose n'est rangée que *provisoirement* dans la catégorie des grains de transport.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 16 Février 1891

PRÉSIDENTE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. Dereims, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

M. J. Seunes signale la présence du *Tornoceras amblylobus* Sandb. dans des bancs de calcaire coquillier subordonné à des calcaires cristallins surmontant normalement le calcaire dit carbonifère de Geteu (vallée d'Ossau, Basses-Pyrénées). L'auteur montre que si les Polypiers du calcaire de Geteu peuvent être classés dans les genres *Amplexus* et *Zaphrentis* déjà apparus dans le Dévonien de diverses régions, il est matériellement impossible de hasarder une détermination spécifique.

Comme d'autre part personne n'a jamais mis en doute que le calcaire de Geteu ne reposât en concordance sur les couches calcaires et schisteuses du Dévonien inférieur signalées par les auteurs entre Laruns et Geteu, M. Seunes pense que la série des assises comprises entre Laruns et Gère-Belesten est très probablement régulière et représenterait tout le Dévonien :

Dévonien inférieur. — Calcaires dolomitiques (Dalle des auteurs), Calcaires, Grauwackes et Schistes à *Spirifer Pellicoi*, *Leptaena Murchisoni*, etc. (Col d'Aubisque, Eaux-Bonnes, Laruns, etc.).

Dévonien moyen. — Calcaires de Geteu, gris, veinés de gris et de blanc, blancs, à *Amplexus*, *Zaphrentis*, etc.

Dévonien supérieur. — Calcaires cristallins de Gère-Belesten à *Tornoceras amblylobus*.

M. Seunes rappelle que M. Marcel Bertrand lui a signalé des

calcaires griottes au sud d'Accous (Vallée d'Aspe), ce qui montrerait que le Dévonien supérieur, inconnu jusqu'à ce jour dans les Basses-Pyrénées, occuperait une place assez importante dans la géologie des Pyrénées-Occidentales.

MM. D. P. **Oehlert** et **Liétard** (1) pensent que l'âge du calcaire de Geteu ne peut être considéré comme définitivement fixé; d'après de nouveaux fossiles déterminés récemment par M. Nicholson, on y trouve les genres *Amplexus* et *Zaphrentis*, lesquels ne sont pas spéciaux au Carbonifère, mais existent déjà dans le Dévonien.

Le savant paléontologiste anglais a également pu étudier un Polypier provenant du calcaire magnésien d'Eaux-Bonnes (dalle), et l'a rapporté à un *Alveolites*, soit silurien, soit dévonien. MM. Oehlert et Liétard sont portés à croire que le calcaire en question est plutôt dévonien, comme le pense M. Beaughey, mais qu'il doit être supérieur aux deux bandes de schistes et de grauwackes à *Pleurodyctium*, *Spirifer Pellicoi*, etc., entre lesquelles il se trouve compris.

M. de **Lapparent** rappelle que, dans la dernière séance, M. Stuart Menteath a affirmé l'âge *dévonien* du calcaire de Latxia identique, suivant lui, à la dalle de la Peña Blanca.

M. **Oehlert** n'a pas eu connaissance de la communication de M. Stuart Menteath, qui paraîtra ultérieurement dans le Bulletin, mais il tiendra naturellement compte des résultats acquis par l'auteur.

M. **Jules Bergeron** croit devoir, à propos de la *dalle* des Pyrénées, faire quelques rectifications à la façon dont il a classé certains calcaires de la Montagne Noire. S'appuyant sur leurs relations stratigraphiques, il avait rapporté au Cambrien des calcaires cristallins avec traces de séricite, qui appartiennent au Dévonien, ainsi que le pensait M. de Rouville. Mais ces calcaires ne sont pas interstratifiés au milieu des schistes, comme l'a dit ce dernier auteur; ils correspondent à des lambeaux pincés dans des plis synclinaux dont les éléments constitutifs ont été plus ou moins modifiés sous l'action du dynamométamorphisme.

M. J. Bergeron, d'après les échantillons qu'il a eus entre les mains, pense que la *dalle* des Pyrénées présente les mêmes variétés

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 475.

lithologiques que les calcaires dévoniens de la Montagne Noire, ce qui pourrait expliquer la place qui lui avait été assignée primitivement. De plus, l'allure des plis synclinaux, correspondant à ces bandes calcaires dans la région qu'il a explorée, expliquerait les faits qui viennent d'être signalés dans la vallée d'Ossau.

M. G. de Mortillet offre à la Société un volume intitulé *Origines de la chasse, de la pêche et de la domestication*. Cet ouvrage se rattache à la paléontologie par l'étude des Mammifères, des Oiseaux et des Poissons quaternaires. En fait de Mammifères, l'auteur, tout en laissant de côté les Cheiroptères, constate la présence, dans l'Europe, de soixante-six espèces, parmi lesquelles

- 13 sont complètement éteintes ;
- 6 ont émigré vers le sud ;
- 8 » vers le nord ;
- 5 se sont réfugiées sur nos hautes montagnes ;
- 4 ont émigré vers l'est ;
- 29 sont restées dans la région ;
- 1 a été complètement domestiquée ;

66

Depuis le Quaternaire, quelques espèces paraissent avoir en partie remplacé les espèces éteintes et émigrées; on peut citer l'Elan, l'Ane, le Lapin.

M. Boule présente quelques observations. On connaît des ossements de Lapin dans plusieurs gisements quaternaires. Dans la grotte de Reilhac (Lot), une couche entière était formée par une agglomération de mâchoires et d'os longs d'un Léporidé que l'auteur a cru devoir rapporter au *Lepus cuniculus* et non au Lièvre. En Allemagne, cette espèce a été également signalée par Nehring.

M. G. de Mortillet répond qu'il faut bien préciser; il ne veut pas parler des Léporidés en général, mais du Lapin proprement dit, *Lepus cuniculus*. Les dépôts quaternaires contiennent le Lièvre ordinaire, *Lepus timidus*, le Lièvre blanc, *Lepus variabilis* et divers *Lagomys* qui abondent dans les brèches de la Méditerranée et qu'on a rencontrés aussi à Montmorency. Mais au milieu de ces divers Léporidés, le Lapin, le véritable Lapin, n'a pas été constaté d'une manière précise. On a, il est vrai, rencontré des os de Lapin dans certaines brèches osseuses, mais il y a brèche et brèche. Tout à

côté et, en contact avec les brèches quaternaires bien caractérisées par des débris d'Éléphants, de Rhinocéros, de Rennes, etc., se trouvent souvent des brèches toutes différentes composées uniquement de petits ossements : ce sont les ossuaires des victimes des petits carnassiers, Renards, Blaireaux, Fouines, Martes, Putois, voire même des Hiboux. La grotte de Bize, dans l'Aude, contenait à sa partie supérieure une brèche de cette nature. Il en est de même de la grotte de Chaffand, de celle d'Engis et d'une de celles de Fursor (Belgique). Ces accumulations d'ossements de petites espèces sont supérieures aux brèches quaternaires et par conséquent plus récentes. On peut parfois y trouver des os de Lapin, mais cela est loin de prouver que le Lapin était quaternaire. Il faut tout d'abord bien établir l'âge du dépôt à petits ossements, ce qui n'a pas été fait et ce qui, généralement, n'est pas facile à faire. Pourtant il est certain que les brèches à petits ossements sont postérieures aux brèches à os de Renne de la fin du Quaternaire.

Le Secrétaire dépose sur le bureau un mémoire de M. **Daubrée** ayant pour titre :

Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés d'un mouvement très rapide, dans divers phénomènes géologiques (1).



(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 313.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 2 Mars 1891

PRÉSIDENTENCE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

M. Cotteau offre, au nom de M. de Saporta, la 44^e livraison de la 2^e série des *Végétaux de la Paléontologie française*, et au sien la 22^e livraison des *Echinides tertiaires de la Paléontologie française*.

M. le D^r Labat offre à la Société une brochure dont il est l'auteur et qui a pour titre : « *Le climat du Sud-Ouest de la France.* »

M. de Lapparent fait connaître le résultat de l'examen géologique auquel il s'est livré, sur les fouilles exécutées par MM. Merle et Dior dans le cailloutis à ossements de Gourbesville (Manche) (1). Comme l'avait dit M. Vasseur, ce cailloutis supporte directement les sables pliocènes à *Nassa prismatica*. Les ossements d'*Halitherium* sont fortement minéralisés et, de plus, très roulés, ainsi que les dents de squales ; mais on trouve aussi des échantillons très frais de *Terebratula grandis*. C'est donc bien une plage de la mer pliocène du golfe de Carentan, plage sur laquelle les vagues étalaient le produit du remaniement d'un ancien falun, contemporain de ceux de l'Anjou et de la Rance. Ce qui le prouve, ce n'est pas seulement l'identité des ossements de lamantins avec ceux d'*Halitherium fossile*, espèce caractéristique des faluns angevins et bretons, mais c'est la trouvaille toute récente d'une molaire de *Dinotherium*, recueillie dans la masse du cailloutis.

M. Dollfus est vivement intéressé par la communication de

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 362.

M. de Lapparent. Il rappelle qu'en 1875, dans sa description des terrains crétacés et tertiaires du Cotentin, en collaboration avec M. Vieillard, il n'a classé qu'avec beaucoup d'hésitation les sables rouges du plateau de Pont-l'Abbé dans le terrain quaternaire ancien (p. 167). Plus tard, en 1879, quand M. Vasseur a signalé la découverte à Gourbesville, dans un cailloutis grossier à la base de ces sables, de divers fossiles marins bien déterminables, il est allé examiner ce gisement et il a pu y recueillir une faune abondante dont il a publié la liste dans le Bulletin de la Société Géologique de Normandie, tome VI, gros volume publié à l'occasion de la visite de l'Association française au Havre (p. 514), 1880. Il a déterminé 143 espèces qui ont parfaitement caractérisé ce dépôt comme un faciès pliocène inférieur du Nord, à placer au niveau du tuf à *Terebratula grandis* de Saint-Eny.-Bohon. Ce dépôt est nettement distinct et supérieur au falun à bryozoaires d'âge miocène connu dans la même région, d'autre part il est plus ancien que les marnes à *Nassa* du Borg d'Aubigny, classées comme Pliocène supérieur. Il est parfaitement d'accord avec M. de Lapparent pour considérer les gros ossements d'*Halitherium* et les dents de squales de ce conglomérat pliocène comme des débris remaniés provenant de la destruction des assises miocènes du voisinage.

Il serait bien aise, à l'occasion, de connaître son opinion sur l'âge du calcaire lacustre sur lequel reposent par ravinement ces sables grossiers rouges de Gourbesville.

M. René Nicklès présente la description de quelques espèces du Crétacé et du Tertiaire des provinces de Valence et d'Alicante (Espagne). A propos des ammonites décrites dans ce travail, il appelle l'attention de la Société sur les procédés photographiques qu'il a employés pour figurer les cloisons de céphalopodes.

M. M. Boule fait la communication suivante : En affirmant, dans la dernière séance, la présence du *Lepus cuniculus* dans la faune quaternaire de l'Europe occidentale, je me basais sur deux ordres de renseignements : Schmerling, Marcel de Serres, Falconer, Prestwich, Pictet, Gervais, etc., ont cité le Lapin dans leurs listes d'animaux fossiles des cavernes; je m'appuyais également sur mes propres recherches. M. Cartailhac et moi avons fouillé une caverne à ossements, à Reilhac, sur les causses du département du Lot. Au milieu des couches de l'époque du Renne, se trouvait un lit continu

d'ossements de rongeurs cimentés par de la stalagmite. Dans la monographie que nous avons publiée de cette grotte, j'ai rapporté la plupart de ces ossements de rongeurs au *Lepus cuniculus*.

Devant l'affirmation si nette et si autorisée de M. de Mortillet, j'ai cru devoir reprendre l'étude de ces débris qui font partie des collections de paléontologie du Muséum. Je me suis d'abord assuré qu'il existait de bons caractères pour distinguer les ossements de Lièvres et les ossements de Lapins. Ces caractères sont d'une netteté remarquable, ne se prêtant point à la confusion. La base du crâne, notamment, présente de grandes différences dans les deux formes. Je puis affirmer que les ossements de la caverne de Reilhac se rapportent bien au *Lepus cuniculus*. Quant à l'âge quaternaire de la couche à ossements, il ne saurait faire pour moi l'objet d'un doute. Je repousse, pour ce cas particulier, l'hypothèse d'un remaniement.

En terminant, je ferai remarquer que, contrairement à l'opinion exprimée par M. de Mortillet, le Lapin était connu dans l'antiquité. Aristote a distingué, dans ses écrits, le Lagos (λαγως), qui était le Lièvre, du Dasypus (δασύπους), qui était le Lapin. Les Latins l'ont désigné sous le nom de *Cuniculus* ou *Cunilus*. Il est probable qu'il s'agit ici du Lapin sauvage ou *Lepus cuniculus* sens. str. ; la question de savoir si les Anciens ont connu les Lapins domestiques serait peut-être plus difficile à résoudre. M. de Mortillet n'a d'ailleurs parlé que du *Lepus cuniculus* en général et il n'est pas démontré que les diverses races de Lapins domestiques ne soient pas simplement des variétés du Lapin sauvage.

M. Léveillé adresse de Pondichéry quelques renseignements sur les grès du détroit de Palk. Conformément à l'opinion déjà émise par lui (1), les grès tertiaires de Goudelour s'étendent bien au sud de Panjore. En effet, des fouilles et des sondages entrepris dans l'île de Pamben, dans le but de creuser un canal qui permette aux vaisseaux de ne plus doubler la pointe méridionale de l'île de Ceylan, il résulte que les grès de Goudelour se retrouvent dans cette île.

Le même auteur a retrouvé dans un rapport du Comité chargé de surveiller un forage exécuté de 1835 à 1840, au Fort William, près Calcutta, la série des couches traversées. Il pense que la même série doit se rencontrer à Chandernagor.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e s., t. XVIII, p. 149.

M. **Philippe Thomas** envoie, sur les riches gisements de *phosphate de chaux* qu'il a découverts, en 1885 et 1886, dans les hauts plateaux de la Tunisie, une note (1) dont voici le résumé :

Le phosphate de chaux existe abondamment dans toute la région sud et nord des hauts-plateaux de la Tunisie, depuis les Chotts jusqu'à la Medjerdah. La remarque qu'avait jadis faite l'ingénieur des mines J. Tissot, en Algérie, de la relation constante du terrain suessonien avec les régions riches en céréales, se vérifie ici par la richesse même en acide phosphorique et le grand développement de cette formation géologique. Nous savons donc, aujourd'hui, quel fut l'élément actif de cette fécondité si remarquable qui valut à la province romaine d'Afrique le qualificatif de « grenier de Rome ». De l'ensemble des faits exposés par M. Thomas se dégagent les conclusions pratiques ci-après :

a. — Les plus importants et les plus riches gisements de phosphate de chaux des hauts-plateaux de la Tunisie sont ceux du Sud-Ouest. D'une manière générale, la richesse de ces gisements appartenant à l'étage suessonien inférieur diminue à mesure que cette formation perd son caractère littoral et revêt le faciès nummulitique, c'est-à-dire en allant du sud vers le nord.

b. — Les gisements suessonniens du Sud-Ouest peuvent donner lieu à une exploitation importante et très rémunératrice, à la seule condition qu'une voie ferrée les reliera à la mer. Ils se distinguent : par l'étendue et la régularité de leurs affleurements, tous exploitables à ciel ouvert et se poursuivant, sur certains points, sans interruption sur des longueurs de vingt à soixante kilomètres ; par la constance de leur teneur en acide phosphorique et la qualité exceptionnelle de leur phosphate, d'un broyage facile et ne contenant que des traces de fer et d'alumine ; enfin, par la proximité de cours d'eau permanents, permettant un enrichissement sur place de 7 à 8 pour cent, ce qui portera leur teneur moyenne en phosphate à 50 pour cent au minimum, celle-ci pouvant atteindre dans certaines couches 70 pour cent ; on peut compter sur un minimum de dix millions de tonnes de ce phosphate à extraire à ciel ouvert, rien que dans le massif occidental de Gafsa.

c. — Les gîtes suessonniens du Nord-Est et du Nord-Ouest, encore incomplètement reconnus, seront probablement susceptibles aussi d'une exploitation industrielle, bien que leur richesse moyenne en phosphate ne semble qu'exceptionnellement atteindre 50 pour cent avant lavage.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 370.

d. — Les quelques gisements créacés reconnus jusqu'à ce jour ne paraissent pas susceptibles d'une exploitation rémunératrice. Ils ont été rencontrés dans les étages albien supérieur et santonien.

M. **Bigot** ne partage pas les idées émises par M. Lebesconte sur la géologie des environs de Sillé (1) ; il est par contre complètement d'accord avec M. OEhlert pour assimiler la série comprise entre les Schistes de Parennes et le Grès armoricain de Sillé (qui n'est pas celui qu'entend M. Lebesconte), avec le système des conglomérats pourprés et des schistes rouges de Normandie. La coupe typique de la vallée de la Laize peut être parfaitement parallélisée, ainsi que M. Bigot l'a fait dans le travail qui lui a servi de thèse de doctorat, avec celle des environs de Sillé, sauf en ce qui concerne la série pétrosiliceuse absente dans toute la Normandie, sauf aux environs de Carrouges, où des brèches pétrosiliceuses s'intercalent à Chahains dans le système des conglomérats pourprés et des schistes rouges, discordant sur les phyllades typiques. C'est précisément parce qu'il considère les couches de Sillé comme supérieures aux Schistes de Rennes et représentant le Cambrien anglais que M. Bigot pense qu'on aura chance d'y trouver la faune primordiale.

M. **Ritter** signale la découverte qui vient d'être fait à Cardesse, au nord d'Oléron, dans le Crétacé, d'une mâchoire parfaitement conservée d'un saurien qu'il rapporte au Mosasaure de Maestricht. Cette mâchoire a environ 0^m,70 de longueur. Elle a été acquise par le musée scolaire de la ville.

M. **Aubert** adresse à la Société une *Note sur la géologie de l'extrême Sud de la Tunisie* (2).

La chaîne des Matamta et des Ouernhemmas, qui se prolonge jusqu'en Tripolitaine, est constituée sur son versant ouest principalement par du Crétacé supérieur ; le versant est constitué en majeure partie par du Cénomaniens qui forme également la montagne du Dj. Tadjera et quelques monticules isolés.

Plus au sud, à la hauteur de Haddedda, commence une bande jurassique s'étendant jusqu'au pied des falaises cénomaniennes et comprenant un système de grès et de calcaires ; ce système se retrouve formant le rameau du Dj. Tabaga.

(1) Cette communication paraîtra in-extenso dans les Notes et Mémoires.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 408.

En dessous de cette formation se développent des grès siliceux et ferrugineux qui se retrouvent le long de la falaise cénomaniennne, recouverts par le Cénomanienn, qui repose dessus en discordance de stratification.

Ces grès se retrouvent aussi au Dj. Tadjera.

L'ensemble doit être, selon nous, rapproché des grès de la province d'Oran et être rapporté au Corallien.

La plaine qui s'étend entre la chaîne et la mer est constituée soit par des terrains quaternaires, soit par du Pliocène d'eau douce; on doit noter principalement dans ces formations soit les dunes qui se rencontrent également dans les dépressions de la chaîne, soit les cordons littoraux qui se trouvent à une certaine hauteur au-dessus de la mer, soit enfin un calcaire d'eau douce à *Helix* qui date au moins du commencement du Quaternaire et qui est nettement inférieur aux cordons littoraux.

En dessous du Pliocène, arrive le Sahélien qui n'affleure nulle part, mais qui a été rencontré dans des sondages.

Le Secrétaire dépose sur le bureau un travail de M. Tardy ayant pour titre : *Orographie ancienne de la Terre*.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 4 février 1894.

MM. A. T. Renard et J. Cornet : *Notice préliminaire sur la nature et l'origine des phosphates de chaux de la craie*. — Nous avons entrepris depuis quelque temps des recherches micrographiques sur la nature des phosphates de chaux de la craie de la région du Nord et de la Belgique, en cherchant par cette voie à éclaircir la question de leur origine. Nos études ont porté jusqu'ici sur les concrétions phosphatées volumineuses disposées en lits à certains niveaux de la craie (Tun des environs de Lille, etc.), et sur les craies phosphatées de Cibly, de la Somme, du Pas-de-Calais, de l'Oise, etc., ainsi que sur leurs produits d'altération par l'action des eaux superficielles (phosphates riches des poches). Les principaux résultats auxquels nous sommes arrivés peuvent se résumer comme suit :

1° Les nodules phosphatés les plus volumineux sont des concrétions autour d'un centre organique (débris de Spongiaires, coquilles de Mollusques, etc.) du phosphate de chaux disséminé dans une craie phosphatée. Ces débris organiques, remplis de vase crayeuse, servent de centre d'attraction pour le phosphate qui se concrétionne et cimente, en les pseudomorphisant, les particules crayeuses empâtées dans les vides de ces fossiles. Ces concrétions sont formées *in situ* ; elles peuvent aussi, dans certains cas, avoir été roulées. Au point de vue du mode de formation, ces concrétions se rapprochent tout à fait de celle des silex de la craie.

2° Les craies phosphatées de Cibly, de la Somme, du Pas-de-Calais, de l'Oise, etc., se composent partiellement (abstraction faite des éléments peu nombreux d'origine minérale proprement dits):

a) D'une partie calcaire offrant tous les caractères macroscopiques et microscopiques d'une craie blanche ordinaire.

b) D'une partie phosphatée, formée de fins granules blanchâtres ou colorés ; on peut isoler ceux-ci par lévigation ou par l'action d'un acide faible.

Les *craies riches* sont le résultat d'une opération de ce genre, effectuée naturellement.

3° Les granules phosphatés comprennent deux catégories principales d'éléments :

a) Des moules phosphatisés de Foraminifères appartenant à tous les genres communs de la craie, entourés d'une couronne claire et transparente de phosphate concrétionné.

b) Des fragments microscopiques d'os, dents, écailles de Poissons et de Reptiles ; ces éléments peuvent, dans certains cas, former 10 pour cent de la masse phosphatée ; nous les avons déterminés par comparaison avec des tranches minces taillées dans des dents et des os entiers provenant des mêmes gisements.

4° A côté des foraminifères et des os facilement reconnaissables, on trouve une poudre formée de fragments de ces éléments. Certains grains sont trop altérés ou trop petits pour être déterminés avec certitude, mais paraissent aussi être des fragments d'organismes.

5° L'existence, dans différentes craies phosphatées en grains, d'une partie exclusivement calcaire, mêlée à des éléments entièrement phosphatisés, nous porte à croire que la phosphatisation de ces derniers ne s'est pas effectuée aux points où nous trouvons ces petits granules de phosphate de chaux. Il serait difficile d'expliquer, sans cette hypothèse, la présence de moules phosphatisés

de Foraminifères, à côté de coquilles de ces organismes restés complètement calcaires. Nous tendons à admettre que la phosphatisation a eu lieu dans des régions côtières. La décomposition des corps d'un grand nombre d'animaux vertébrés, dont nous retrouvons les débris microscopiques en si grande quantité, a fourni le phosphate de chaux qui a moulé les Foraminifères. Les vagues, les marées et les courants ont ensuite entraîné au large les éléments phosphatés, où ils se sont mêlés à la vase à Globigérines qui se déposait vers la haute mer.

M. Ladrière : *Terrain quaternaire du Nord de la France*. — Le terrain quaternaire du Nord de la France présente trois grandes périodes de formation. Chacune d'elles est marquée par une série de dépôts qui constituent une assise géologique. Ce sont de bas en haut : Gravier ou diluvium, sable, limon et même tourbe ou limon tourbeux, sorte de terre végétale marquant un arrêt dans la sédimentation.

Ces trois assises offrent des caractères différents, et sont séparées l'une de l'autre par une discordance de stratification. Les trois assises se trouvent toutes trois au fond des vallées, et montent toutes les trois sur les plateaux. Elles sont donc les produits de phénomènes généraux.

L'absence fréquente de certaines couches doit être surtout attribuée aux ravinelements qu'elles ont subis dans l'intervalle de formation de deux assises consécutives.

Bien que pour un lieu déterminé les dépôts d'une même assise soient successifs et se soient toujours faits dans l'ordre que j'ai indiqué, ils peuvent être contemporains dans des lieux différents. Pendant que la rivière roulait encore des graviers au fond de la vallée primitive, des sables se déposaient dans les endroits où le courant était devenu moins fort et le limon tourbeux à des altitudes plus élevées.

Mais les trois assises sont complètement indépendantes l'une de l'autre. Jamais une portion quelconque de l'une ne s'est formée en même temps qu'une portion quelconque d'une autre.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 16 Mars 1891

PRÉSIDENTENCE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. Dereims, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

Il fait part à la Société du décès de deux de ses membres : MM. de **Brignac** et **Bucaille**.

M. de **Lapparent** annonce que les recherches poursuivies sur le cailloutis pliocène à ossements de lamantins de Gourbesville ont amené la trouvaille d'une molaire de *Mastodon angustidens*, empruntée, comme celle de *Dinotherium*, à quelque dépôt terrestre du Miocène inférieur. On a trouvé aussi plusieurs dents très roulées d'un grand *Carcharodon*, sans doute originaires, comme les restes d'*Halitherium*, d'un falun helvétique aujourd'hui détruit. Enfin, la présence d'une dent de *Palæotherium magnum* atteste que des dépôts de l'âge du Gypse parisien ont existé dans le golfe de Valognes. Ainsi se trouve confirmée l'attribution au Gypse du calcaire à paludines de Gourbesville, considéré par les précédents auteurs comme aquitainien, et restitué par M. Vasseur à l'Éocène supérieur.

M. **Jaime Almera** communique à la Société une note de M. de **Saporta** relative au Culm des environs de Barcelone.

Note de M. de Saporta.

J'ai reçu à plusieurs reprises, dans le cours des années 1889 et 1890, de M. le chanoine Jaime Almera, des empreintes végétales, recueillies par lui aux environs de Barcelone, dans un terrain dont il s'agissait de déterminer l'âge à l'aide de ces empreintes, réduites

pour la plupart à des traces insignifiantes, quelques-unes, il est vrai, susceptibles d'une attribution raisonnée, mais toujours incomplètes ou consistant en fragments d'une très faible étendue.

A force de recherches cependant, et à la suite d'un examen attentif, en dehors de toute préoccupation stratigraphique, puisque le terrain sur lequel M. Almera attirait mon jugement m'était inconnu, il m'a paru que les formes végétales qui concordaient le mieux avec celles de la localité catalane de « Puchet » étaient celles du Culm ou partie moyenne du Carbonifère inférieur, étage anthracifère de M. de Lapparent (Traité de Géologie, 2^e éd., p. 859).

La flore du Culm a été, en Autriche surtout, l'objet d'études remarquables, parmi lesquelles il convient de placer en première ligne un mémoire de M. d'Ettingshausen (Die foss. Fl. d. Mähr.-Schles. Dachschiefers, Wien, 1865) et la grande flore de Stur (Die Culmfl. d. Mähr.-Schles. Dachschief. et Die Culmfl. d. Ostrauer und Waldenburg. Schicht.). C'est en comparant les empreintes de la formation explorée par M. Almera avec les descriptions et figures des auteurs autrichiens, que j'ai dressé le relevé suivant, qui accuse selon moi la présence du Culm sur ce point de la péninsule Ibérique.

1^o *Calamites transitionis* Gœpp. — *Archæocalamites radiatus* (Brngt.) Stur; plusieurs fragments conformes à celui du Foss. Fl. d. Dachschief. (fig. 1, dans le texte), ainsi qu'aux figures du Culmflora de Stur. Ce sont des tronçons de tiges, costulés longitudinalement, à côtes équidistantes.

2^o *Calamites tenuissimus* Gœpp., Ettingsh., loc. cit., p. 17, fig. 2 dans le texte. Plusieurs empreintes de tiges minces et longitudinalement striées, conformes par leur dimension et la finesse de stries à la figure donnée par Ettingshausen.

3^o *Archæopteris lyra* Stur, Culmfl., tab. V, fig. 8. Il existe à Puchet une pinnule qui concorde exactement avec celles de l'échantillon figuré par Stur.

4^o *Archæopteris pachyrachis* Gœpp., du gisement d'Altendorf (Stur, loc. cit., p. 64, tab. VIII, fig. 8-9).

5^o Certains fragments de Puchet, analogues à la forme précédente, se rapprocheraient plutôt, à ce qu'il semble, du *Schizopteris lactuca* Presl., dont M. d'Ettingshausen a donné une figure (Die Fl. d. Mähr.-Schles. Dachschief., fig. 5, dans le texte).

6^o *Archæopteris Tschermaki* Stur, loc. cit., p. 58, tab. XVI, fig. 1. Plusieurs fragments de pinnules retracent les caractères de cette espèce et peuvent lui être rapportés.

Malgré l'insuffisance de pareils documents, je crois pouvoir conclure de leur réunion la probabilité, sinon la certitude, que la formation catalane qui les renferme a dû faire partie du Culm et qu'il est naturel de la considérer comme se rangeant, au moins jusqu'à preuve contraire, sur l'horizon de cet étage, à la hauteur du Carbonifère inférieur.

M. **Welsch** adresse à la Société une *Note sur le Miocène des environs de Tiaret, dépt. d'Oran, Algérie* (1).

Les terrains tertiaires que l'on trouve dans les environs du Tiaret, à la limite de l'Atlas méditerranéen et des Hauts Plateaux oranais, appartiennent au système miocène et représentent à peu près l'ancien *Miocène moyen* des auteurs (étages *langhien* et *helvélien*, avec peut-être une partie du Tortonien).

A propos de l'intéressant mémoire de M. **Collot** sur le terrain crétacé de la Basse-Provence, M. **Kilian** présente une petite rectification à la carte qui accompagne ce travail. — D'après lui, il faudrait modifier la ligne par laquelle M. Collot représente la limite des faciès du Jurassique supérieur. « Les Calcaires blancs, ainsi que l'a du reste plusieurs fois fait remarquer M. Kilian (2), existent à Moustiers et près de St-Jurs (Basses-Alpes); on les retrouve d'autre part dans les environs de Barcelonnette (Basses-Alpes) (3) et au col de l'Argentière, près de Larche où M. Portis les a étudiés en 1881 (Mem. R. Acc. d. Sc. di Torino), alors que dans la région intermédiaire (crête des Dourbes, St-Julien, près Vergons, etc.), se montrent les « Calcaires gris » à Céphalopodes. La courbe qui limite les deux faciès est donc loin d'être aussi simple que tendrait à le faire croire l'examen de la carte de M. Collot; en tout cas, il convenait de faire passer cette ligne *au nord de Moustiers et non au sud.*

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 4 Mars 1890

M. **Ch. Barrois** transmet à la Société une lettre de M. B. A. Lucas, Secrétaire de la Société biologique de Washington, annonçant la

(1) Voir aux Notes et Mémoires, page 414.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVI, p. 55, novembre 1887. — *Annuaire géol. universel*, t. IV, p. 272. — *Descr. Mgne de Lure*, p. 130. — *Notice Serv. carte géol. Exposition de 1889*, p. 110.

(3) *C.-R. Ac. S.*, 21 octobre 1889.

découverte, qui vient d'être faite en Amérique, de débris de poissons (Elasmobranches et Placodermes), dans le Silurien inférieur (faune seconde).

M. **Gosselet** examine les conclusions d'une note de M. Olry sur le terrain houiller du Boulonnais. Il expose les caractères du bassin de Namur et il maintient que le Boulonnais appartient au bassin de Namur.

M. **Breton** pense que la composition du bassin d'Hardingham diffère essentiellement de celle du grand bassin du Pas-de-Calais.

Plusieurs couches géologiques et certaines roches isolées reconnues dans le bassin d'Hardingham n'existent pas dans les 750 mètres du terrain houiller d'Auchy-au-Bois et de Dourges. Par exemple, le grand bassin du Pas-de-Calais ne renferme pas de couches de minerai de fer assez épaisses pour être exploitées; on n'y rencontre que de minces lits de carbonate de fer.

Dans le bas Boulonnais, au contraire, on trouve deux couches d'hématite d'un mètre d'épaisseur chacune.

Dans le grand bassin on ne rencontre pas non plus les argiles blanches réfractaires qui forment les épontes des couches du Bas-Boulonnais.

En outre, Hardingham possède un étage anthracifère marin productif, avec des couches intercalées dans des bancs de calcaires.

SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DE SAVOIE

Séance du 11 Janvier 1891

M. **Kilian** fait une communication sur la structure du massif de Varbuche (Savoie). Il décrit la succession des couches qui affleurent dans cette région et qui consistent en Trias, Jurassique (Lias et Dogger) et Nummulitique.

Séance du 8 Mars 1891

M. **Revil** donne lecture d'une note sur le Permo-Carbonifère et le Trias de la Vallée Étroite, d'après MM. Portis et Virgilio.

COMITÉ D'ORGANISATION DU CINQUIÈME CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL. — WASHINGTON, 1881

Le Comité d'organisation invite cordialement les membres de la Société Géologique à prendre part aux séances du Congrès ou à y envoyer des délégués, de manière à faire contribuer leurs lumières et le fruit de leurs recherches à la solution des questions mises en discussion.

Le Comité engage les membres qui ne pourront prendre part à la réunion, à se faire inscrire comme membres du Congrès afin de recevoir le Compte-rendu des discussions.

Cette invitation est accompagnée d'un programme provisoire :

On soumet, de la part des sous-comités, les avertissements préalables qui suivent. Les routes données pour les excursions ne sont que tentatives, et les chiffres de dépense pourront être réduits plus tard.

Excursions lointaines : Ces excursions se feront sur des trains a « Pullman vestibule cars » (wagons-lits), avec « Hotel car » (wagon restaurant) attaché à chaque train, de manière que l'on vivra sur le train, indépendamment des hôtels. La dépense sur ces trains, tout compris, n'excédera pas dix dollars (§ 10) par jour et par personne.

Première Excursion de 20 jours. — De Washington au Nord jusqu'à Niagara Falls. De Niagara Falls au Nord-Ouest, par les grands lacs, les villes de Chicago et St-Paul, les plaines de Dakota, aux geysers du Yellowstone Park. De Yellowstone Park, on ira au Sud à travers les plaines de basalte de la vallée de « Snake River », à « Great Salt Lake City ». Ensuite tournant à l'Est, on traversera la chaîne du Wasatch, les plateaux du bassin du « Colorado River », et les cañons des Montagnes Rocheuses jusqu'à la ville de Denver, d'où l'on peut retourner directement à Washington ou à New-York. Ou bien :

Deuxième Excursion, 12 jours de plus. — A Denver, on peut organiser une excursion à nombre limité pour visiter les grands cañons du Colorado River. On ira par chemin de fer à Flagstaff dans l'Arizona. De là, il faut aller 80 milles (130 kilomètres) en wagon ou à cheval, campant en route, pour arriver aux bords du Grand Cañon (Kaibab Division). Les dépenses de cette partie de l'excursion pourront excéder § 10 par jour.

Troisième Excursion de 6 à 10 jours. — Une excursion plus courte pourra se faire en allant de Niagara à l'est, descendant la rivière

St-Laurent jusqu'à Québec, et retournant à New-York par le lac Champlain et la rivière Hudson. De cette manière, on traversera un pays classique pour les terrains paléozoïques et archaïques, et pour les phénomènes glaciaires anciens.

Excursions courtes. — Il se fera pendant les sessions du Congrès des excursions à des endroits plus proches de Washington qui ne dureront qu'un ou deux jours.

Logement. — La dépense journalière dans les hôtels et pensions de Washington variera entre \$ 1.50 et \$ 4.00 par jour et par personne

Vapeurs Transatlantiques. — Les prix du passage (aller et retour) sur les vapeurs transatlantiques varient entre \$ 100 et \$ 175 par personne, suivant la classe des cabines et la vitesse du vapeur.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 6 Avril 1891

PRÉSIDENTE DE M. MUNIER-CHALMAS.

M. Thiéry, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société: **L'Université catholique de Louvain** (Belgique), présentée par MM. Bergeron et Haug. Il annonce une présentation.

Le Président fait part à la Société du décès de deux de ses membres: MM. **de Carbonnat** et **Jauge**.

M. **Douvillé** présente à la Société, de la part de M. le Dr HAAS, professeur à Kiel, les deux premières parties de ses *Études sur les Brachiopodes du Jura Suisse* (extr. du Mém. de la Soc. pal. Suisse); ces études comprennent la révision de plusieurs espèces de Rhynchonelles (trois planches sont consacrées au groupe de la *Rh. lacunosa*) et de quelques Waldheimiins (*Zeilleria*, *Eudesia*) et Térébratulins (*Dictyothyris*, *Glossothyris*, *Terebratula*). Un nouveau genre *Heimia* est proposé pour des Térébratulins à forme de *T. pala*, voisines, par conséquent, des *Glossothyris*; les planches comprenant les figures du type de ce nouveau genre n'ont pas encore paru.

M. **Fournier** adresse à la Société une note sur les « prétendus dépôts marins de l'époque romaine dans la vallée de la Sèvre », qui paraissent n'être que des débris accumulés par l'homme.

M. **Douvillé** présente de la part du même géologue une *Mono-graphie géologique de la commune de Saint-Florent*, accompagnée d'une carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{20000}$. M. FOURNIER a entrepris de lever à cette même échelle une carte géologique détaillée de toutes les communes du département des Deux-Sèvres. C'est une œuvre considérable, d'une grande importance, et que notre confrère est bien en situation de mener à bonne fin. Les Sociétés savantes ne peuvent que s'intéresser à cette entreprise et il est à souhaiter que l'appui des autorités locales mette M. Fournier en mesure de publier le résultat de ses travaux. Le relevé de plusieurs autres communes est dès maintenant terminé en minute.

M. **Douvillé** présente une note qu'il vient de publier sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. Grâce aux échantillons qui lui ont été communiqués par M. Canelle, il a reconnu que ces couches peuvent être assimilées à celles qui constituent la formation tertiaire dans la région des Antilles : au Nord, près de Colon, affleure le Miocène très fossilifère ; au-delà, on rencontre des couches caractérisées par l'abondance des *Orbitoïdes* et la présence des *Nummulites*; elles représentent un niveau bien connu dans l'Amérique du Nord et qui est attribué à l'Oligocène. Enfin la partie méridionale du canal jusqu'au Pacifique est occupée par la formation lignitifère représentant l'Eocène. Toutes ces couches, comme l'a reconnu notre confrère M. Chaper, sont horizontales ou peu inclinées.

Il est intéressant de constater que l'Isthme de Panama est formé de couches relativement peu anciennes. A ce sujet, M. Douvillé rappelle que le canal de Corinthe n'a traversé que des couches appartenant au Quaternaire ancien (couches à *Strombus mediterraneus*) et que le canal de Suez n'a également rencontré que des couches du même âge, mais fluviales et venant se relier aux rivages soulevés de la mer Rouge, ceux-ci ayant d'ailleurs une faune bien différente de celle des rivages soulevés de la Méditerranée. La mer Rouge est du reste une mer de formation récente, contemporaine de l'effondrement de la mer Morte et du soulèvement de l'Abyssinie : ce grand accident, que l'on peut suivre depuis l'Asie Mineure jusqu'au-delà de l'Abyssinie et peut-être jusqu'au détroit de Mozambique, est certainement post-miocène et peut-être même post-pliocène.

M. **Emm. de Margerie** (1) annonce à la Société la récente découverte par M. HAYES, dans le sud des Appalaches (Géorgie), de

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 426.

phénomènes de recouvrement analogues à ceux qui ont été signalés en Provence par M. Marcel Bertrand. Deux grands plans de poussée, appelés *faille de Ronce* et *faille de Cartersville*, ramènent respectivement le Cambrien sur le Carbonifère et les schistes métamorphiques sur le Cambrien, sur une largeur dépassant certainement huit kilomètres dans le premier cas et en atteignant peut-être dix-sept dans le second. La concordance entre les couches recouvrantes et les couches recouvertes est parfois complète, un plissement postérieur ayant affecté simultanément les unes et les autres, ce qui, grâce à l'arasement général de la surface, amène la production de *trous* et de *lambeaux de recouvrement*.

Il signale en outre les résultats récemment obtenus, dans le Vermont, par M. WALCOTT : cet observateur a montré que le prétendu terrain *Taconique* d'Emmons n'existe pas, la superposition de couches à fossiles cambriens sur des assises contenant une faune silurienne n'étant qu'apparente et provenant de ce que les premières ont été poussées par dessus les secondes, suivant une surface de glissement analogue aux précédentes.

A l'occasion des illusions sur la vraie succession des faunes, qu'ont fait naître en Amérique les phénomènes signalés par M. de Margerie, M. Bertrand cite la coupe du sommet de l'Ouarsenis (Algérie), donnée par M. Ficheur (Association française, réunion de Paris), et se demande si les anomalies qu'elle semble présenter ne s'expliqueraient pas d'une manière satisfaisante par un renversement des assises. D'après M. Ficheur, le Lias incliné a formé une falaise contre laquelle se sont déposées les couches oxfordiennes, restées horizontales; une faille ramènerait au pied de ces dernières, les marnes néocomiennes, également horizontales, ou peu inclinées. La *Terebratula diphya* a été trouvée en place à la base des bancs oxfordiens.

Si l'on suppose toute la série renversée, il n'y a besoin ni de discordance ni de faille, et la succession devient conforme à ce qu'on connaît en Algérie, dans la zone médiane (Tunis-Batna-Ouarsenis) où sont signalés les fossiles tithoniques : au sommet le Lias, avec la *Terebratula numismalis* en haut et la *Rhynchonella tetraedra* en bas ; au dessous, des calcaires compacts, représentant sans doute le Bathonien, et rendus horizontaux par une de ces brusques inflexions si fréquentes dans les plis renversés ; enfin l'Oxfordien à *Ammonites transversarius*. La *Terebratula diphya* est à la base de ces dernières assises, associée à des Ammonites peu déterminables ; ce serait bien la place du Jurassique supérieur, très réduit de puis-

sance comme dans toute la zone mentionnée, et le Néocomien s'enfoncerait sous cet ensemble au lieu de butter contre lui.

Sans doute il y a lieu de voir si l'existence d'un pareil pli est compatible avec la géologie du reste de la région ; mais provisoirement cette hypothèse semble préférable à l'interprétation qui fait débiter la *Terebratula diphya* à la base de l'Oxfordien. Là encore une fois, comme aux bords du lac Champlain, ce serait un pli couché qui aurait fourni l'apparence d'un nouvel exemple de « Colonies ».

M. Douvillé présente, de la part de M. Toucas, la note suivante :

En réponse aux observations de MM. de Grossouvre, Bertrand et de Saporta sur l'âge des couches à *Hipp. dilatatus* de la Provence et des Corbières, M. Toucas rappelle que dans ces deux régions le Sénonien comprend les zones suivantes, qui concordent avec les zones du Sénonien des Charentes adoptées par M. Arnaud.

	PROVENCE	CORBIÈRES	CHARENTES	
Danien inférieur ou Maestrichtien				
Campanien	SUPÉRIEUR	8° Zone à <i>Am. cf. gallicianus</i> , <i>Nerinea bisulcata</i> , <i>Hipp. cf. radicosus</i> , <i>Hem. Regulusanus</i> . 7° Zone à <i>Ostrea Mathefoni</i> , <i>Lima ovata</i> , <i>Cidaris cretosa</i> , et <i>Goniopygus minor</i> .	8° Marnes bleues supérieures du moulin Tiffon et de Sougraigne. 7° Partie supérieure des grès de Sougraigne au-dessus des bancs à <i>Hipp. bioculatus</i> avec <i>Am. cf. Stobæi</i> .	P ³ Calc. à <i>Amm. epipectus</i> et <i>Nerinea bisulcata</i> . P ² Calc. à <i>Goniotenthis quadrata</i> .
	INFÉRIEUR	6° Zone à <i>Pyrina petrocoriensis</i> et <i>Schizaster ataxus</i> avec flore du Beausset et bancs supérieurs à <i>Hipp. dilatatus</i> , <i>Hipp. galloprovincialis</i> et <i>Hipp. floridus</i> de la Provence et des Corbières. — (P ¹ des Charentes). 5° Zone supérieure à <i>Am. syrtalis</i> avec <i>Am. clypealis</i> , <i>Goniotenthis</i> n. sp. du groupe du <i>Goniot. quadrata</i> , et bancs d' <i>Hippurites dilatatus</i> , <i>Hipp. galloprovincialis</i> et <i>Hipp. bioculatus</i> intercalés. Banc à <i>Ostrea vesicularis</i> .		(N ² des Charentes). (N ¹ des Charentes):
Santonien	SUPÉRIEUR	4° Zone inférieure à <i>Am. syrtalis</i> avec <i>Am. texanus</i> , <i>Actinocamax verus</i> , <i>Pyrina ovulum</i> , <i>Hipp. corbaricus</i> , <i>Hipp. sarthacensis</i> . 3° Zone à <i>Am. texanus</i> et <i>Inoceramus digitatus</i> avec <i>Hipp. Moulinsii</i> .		(M ² des Charentes). (M ¹ des Charentes).
	INFÉRIEUR	2° Zone à <i>Am. Emscheris</i> , <i>Am. tricarinatus</i> , <i>Micraster brevis</i> , <i>Micr. turonensis</i> , <i>Cidaris Jouanneti</i> , <i>Hipp. gosaviensis</i> et <i>Hipp. gigantes</i> . 1° Zone à <i>Tissotia Ewaldi</i> et <i>Rhynch. petrocoriensis</i> .		(L des Charentes). (K des Charentes).
	Angoumien supérieur à <i>Hipp. petrocoriensis</i> et <i>Birad. cornupastoris</i> .			

Le banc à *Ostrea vesicularis*, division N¹ de M. Arnaud, a été indiqué par Coquand comme la base de son Campanien. Ce banc forme un horizon constant dans les Charentes et se retrouve en Provence et aux Corbières au-dessus de la zone à *Am. syrtalis* et *Am. Texanus*. En plaçant à ce point la séparation du Santonien et du Campanien, on se trouve donc dans les limites fixées par l'auteur de ces deux sous-étages, qui correspondent ainsi aux deux grandes divisions généralement admises dans le Sénonien du bassin de Paris.

L'*Am. syrtalis*, que M. de Grossouvre a pris comme type de sa 3^e zone, se rencontre dans les Charentes comme aux Corbières dans deux zones bien distinctes. La zone inférieure, division M² de M. Arnaud, correspond seule à la 3^e zone du Sénonien de M. de Grossouvre, qui a omis de signaler la zone à *Am. texanus* et *Inoc. digitatus*.

La zone supérieure, division N² de M. Arnaud, n'est pas représentée dans la Touraine, où le Sénonien se termine avec la zone inférieure de l'*Am. syrtalis*. C'est dans cette zone supérieure que se trouvent intercalés dans les Corbières, en Provence et même dans les Charentes, les bancs à *Hipp. dilatatus*, que M. de Grossouvre veut encore paralléliser avec sa 3^e zone de la Touraine, et qui appartiennent au Campanien inférieur tel que l'a limité Coquand. D'ailleurs la présence, dans cette zone, de grandes belemnites du groupe de *Goniotruthis quadrata*, identiques à celles que l'on trouve dans la craie de Beauvais, succédant ici, comme dans le bassin de Paris, au groupe de l'*Actinocamax verus* de la zone à *Micraster coranguinum*, vient bien confirmer les prévisions de Coquand. Enfin l'existence dans les couches supérieures à *Hippurites dilatatus* de la Provence et des Corbières des *Schizaster atavus*, *Pyrina petrocoriensis*, espèces essentiellement caractéristiques du Campanien des Charentes, et d'ammonites du groupe des *Pachydiscus*, voisins de certaines espèces du Sénonien supérieur de l'Allemagne, prouve que les couches à *Hipp. dilatatus* et *Hipp. bioculatus* occupent bien un niveau supérieur à celui de la craie de Villedieu.

Quant aux zones supérieures 7 et 8 qui ne renferment plus ni l'*Am. syrtalis*, ni les *Hipp. dilatatus* et *Hipp. bioculatus*, elles sont, à plus forte raison, campaniennes ; elles occupent d'ailleurs le même niveau que les divisions P² et P³ des Charentes. La *Lima ovata*, qui caractérise la 7^e zone, a été signalée par Rœmer dans la craie à *Belemnitella quadrata* d'Ilseburg, et le type, décrit par Nilsson, provient de la Craie à *Belemnitella mucronata* de la Suède.

M. Tardy (1) fait une communication sur les températures du sous-sol.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 473.

M. **Philippe Thomas** envoie un travail sur quelques roches ophitiques qu'il a observées au cours de ses explorations dans le sud de la Tunisie (1). Des boues gypsifères et salifères non stratifiées, bariolées des vives couleurs de la série ferrugineuse, toujours chargées de silice hydratée et donnant souvent très nettement à l'analyse spectrale la raie caractéristique du Lithium, caractérisent ces pointements. Ils contiennent, en outre, par places et dans des proportions diverses :

1° Des blocs plus ou moins volumineux de calcaires métamorphiques arrachés aux roches sédimentaires encaissantes, blocs à demi gypsifiés et transformés en cargneules jaunes ou brunes ;

2° De petits fragments de roches pseudo-argileuses, très siliceuses, vertes, noires ou violettes, micacées ou non ;

3° Des cristaux bipyramidés de quartz hyalin ou fuligineux, souvent assez volumineux, de forme trapue, à faces striées, fissurés et souvent remplis de fines inclusions ;

4° Du fer oligiste et des cristaux dodécaédriques de fer sulfuré, presque toujours plus ou moins épigénisés et transformés en limonite noire ou rougeâtre ;

5° De curieux nodules de galène argentifère, parfois abondante, du volume d'une noisette à une noix et même plus, présentant sur leurs cassures de grandes facettes miroitantes à éclat métallique, mais extérieurement ternes, comme corrodés et recouverts d'une épaisse patine grise verdâtre, parfois violacée, de litharge (Kef Zebbès).

Ces roches éruptives et épigéniques sont venues au jour sur le trajet de grandes failles préexistantes, qu'elles ont parfois violemment élargies (Djebel Aoufia), accusant ainsi une force dynamique propre. Elles ont traversé tous les terrains depuis la craie urgoaptienne jusques et y compris les mollasses miocènes. Mais leur apparition semble avoir été suivie d'une phase essentiellement solfatarienne et geysérienne, laquelle aurait eu son maximum d'activité pendant l'époque pliocène, dont les sédiments offrent sur de vastes espaces, dans tout le nord de l'Afrique, une minéralisation très analogue à celle du cortège gypso-salin des ophites, indiquée plus haut.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 430.

Correspondance

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 18 mars 1891

M. **Gosselet** annonce la découverte, faite par M. Briart, de la faune de Bracheux dans les sables landéniens, et insiste sur la différence qu'il y a entre cette faune et celle du tuffeau d'Angre.

M. **Gosselet** expose la disposition du phosphate de chaux en Hesbaye d'après les travaux de MM. Lohest et Schmidt.

Le secrétaire donne lecture d'une note de M. LASNE, où il reprend quelques points de son mémoire sur les phosphates de Doullens, en répondant aux observations de MM. Gosselet et Cayeux.

M. **Ch. Barrois** fait une communication sur les terrains siluriens des environs de Barcelone.

SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE DE L'ISÈRE

Séance du 23 mars 1891

M. **Pierre Lory** fait une communication sur les résultats de quelques courses dans le massif du Dévoluy, dont il a entrepris l'étude géologique détaillée en vue d'une monographie de cette intéressante région.

Il indique quelques nouveaux gisements fossilifères dans le Jurassique et le Crétacé, et s'occupe ensuite des Ammonites pyrénéennes du Valanginien. Il vient de déterminer, sous la direction de M. Kilian, une nombreuse série de ces Céphalopodes, et est arrivé à montrer que parmi les *Hoplites* confondus jusqu'à présent sous le nom de *H. neocomiensis*, il est possible de distinguer, outre cette dernière, des formes qui représentent les tours internes d'espèces, telles que *Hoplites Thurmanni* Pict. et Camp. et sa variété *allobrogica* Kilian, dont les adultes existent dans les facies mixte et jurassien.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 20 Avril 1891

PRÉSIDENTENCE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. Dereims, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société : M. **Doumet-Adanson**, Président de la mission pour l'exploration scientifique de la Tunisie, présenté par MM. Gaudry et Le Mesle.

Il annonce une présentation.

M. **L. Carez** offre à la Société le tome VI de l'*Annuaire Géologique* et présente les remarques suivantes :

Le volume que j'ai l'honneur de déposer aujourd'hui sur le bureau, ne diffère que peu du précédent ; le plan est resté le même et l'étendue en est sensiblement égale.

Néanmoins j'ai cherché à modifier quelques points qui m'avaient été signalés comme défectueux dans les précédents volumes ; c'est ainsi que j'ai placé à la fin de l'Index une liste générale par ordre alphabétique de tous les auteurs cités. Les recherches seront ainsi rendues beaucoup plus faciles.

La revue de géologie comprend les mêmes articles que l'année dernière, sauf le résumé relatif aux terrains primitif, primaire inférieur et crétacé, que MM. Bigot et Kilian ont remis au volume suivant. Mais MM. Bergeron, Haug, Carez, Fallot et Dollfus ont traité respectivement le Permo-Carbonifère, le Trias, le Jurassique, le Tertiaire et le Quaternaire. Après les intéressants chapitres sur la pétrographie et les volcans, dus à MM. Leverrier et Johnston-

Lævis, vient la partie régionale renfermant, outre les articles habituels, une étude sur la Pologne et la Galicie, de M. J. von Siemiradzki.

La revue de paléontologie, dirigée par M. Douvillé, est toujours rédigée par des spécialistes des plus compétents : MM. Trouessart pour les Mammifères, Depéret pour les autres Vertébrés, Brongniart pour les Insectes, Bergeron et Dollfus pour les Crustacés, Haug, Cosmann et Douvillé pour les différents ordres des Mollusques, Gauthier et Haug pour les Echinodermes, Dollfus pour les Bryozoaires, Cœlentérés, Spongiaires, Foraminifères et Radiolaires.

Le remarquable article de M. Zeiller sur la Paléontologie végétale termine l'*Annuaire* proprement dit ; mais il m'a semblé qu'une revue des progrès de la géologie, en 1889, devait rappeler les principaux résultats de l'Exposition au point de vue spécial de notre science. Aussi, c'est avec empressement que j'ai accepté l'article très étudié que M. Ramond avait rédigé à la suite de ses nombreuses visites au Champ-de-Mars ; on trouvera dans ce travail un très grand nombre de renseignements, principalement sur les exploitations minières.

Enfin, M. Parran, en réponse à la demande qui lui avait été faite par M. Ramond, a bien voulu rédiger une note sur les progrès réalisés dans la géologie du bassin du Gard de 1878 à 1889. L'intérêt tout particulier de ce travail m'a engagé à le publier comme appendice au lieu de le fonder dans l'article de M. Ramond comme la plupart des renseignements qui nous ont été communiqués par les sociétés minières.

M. M. Boule offre à la Société un exemplaire d'une conférence qu'il a faite à l'Association française pour l'avancement des Sciences, le 24 janvier 1891. Cette conférence a pour titre : *Les grands animaux fossiles de l'Amérique*.

Il profite de cette occasion pour offrir également à la Société un mémoire qu'il a publié il y a déjà près de deux ans, en collaboration avec M. Cartailhac, sur la *Grotte de Reilhac* (Lot). M. Boule a fait l'étude de la grotte aux points de vue géologique et paléontologique.

M. Cotteau présente, au nom du Comité de paléontologie :

Les livraisons 45 et 46 des *Végétaux jurassiques*, par M. le Marquis de Saporta, et la livraison 23 des *Echinides éocènes*.

M. Cotteau offre en outre le 9^e fascicule de la 2^e série des *Echinides nouveaux ou peu connus*. Parmi les types les plus intéressants décrits et figurés dans ce fascicule, M. Cotteau signale :

1° Un exemplaire du *Pyrina flava* Arnaud, dont le péristome est muni de ses plaques buccales si rarement conservées dans les Échinides irréguliers fossiles. Le nombre, la forme et l'arrangement de ces plaques sont tout à fait particuliers et ne présentent aucune analogie avec les plaques qui forment le péristome des *Echinoneus* ; elles établissent, indépendamment de la position du périprocte, une différence très marquée entre les deux genres.

2° Un exemplaire monstrueux et pourvu seulement de quatre aires ambulacraires de l'*Hemiaster latigrunda* Peron et Gauthier, de Tébessa (Algérie). L'aire ambulacraire antérieure de gauche, ainsi que l'aire interambulacraire qui l'accompagne, font entièrement défaut. Cette monstruosité, qui paraît remonter à l'état embryonnaire de l'individu, lui a donné une forme anormale, mais n'a pas nui à son développement.

3° Des radioles du *Cidaris Beaussetensis* de la craie à hippurites du Beausset (Var), espèce nouvelle, de la collection de M. Peron, et dont plusieurs exemplaires présentent ce singulier caractère d'avoir plusieurs tiges soudées sur une collerette et un bouton communs.

4° Un genre nouveau recueilli par M. Morgan en Australie, dans l'Eocène du Mont-Gambier, présentant quelques rapports avec les *Spatangidées* et notamment les *Holaster*, mais bien caractérisé par ses aires ambulacraires droites, égales à la face supérieure et composées de pores simples, par l'absence complète de sillon antérieur, par son péristome elliptique et excentrique en avant, par son périprocte irrégulièrement arrondi placé à la face postérieure, par ses petits tubercules serrés et homogènes. Nous ne connaissons encore qu'un seul exemplaire de ce type nouveau, auquel nous avons donné le nom de *Galeraster Australiae*.

Quelques-uns de ses caractères sont assez mal conservés, notamment l'appareil apical, et la place que ce genre nouveau doit occuper dans la méthode ne pourra être fixée que lorsque des exemplaires plus complets auront été recueillis.

M. Albert Gaudry présente à la Société la note suivante :

J'ai offert l'année dernière, à la Société géologique, une note sur une mâchoire de phoque que M. Michel Hardy a trouvée dans la grotte de Raymond (Dordogne), avec des restes de plusieurs animaux des pays froids. J'ai dit que cette mâchoire provenait du *Phoca groenlandica* et j'ai ajouté que les belles gravures découvertes par M. Paignon, à Montgaudier (Charente), pourraient avoir été inspirées par la vue du même phoque. Je reçois d'un savant de

Königsberg, M. Alfred Jentsch, une note datée de 1887, qui m'apprend que dans le Quaternaire du Nord de l'Europe on a trouvé des pièces de la même espèce. Elles proviennent de l'*Unter-glacial* d'Elbing et sont conservées dans le Musée de Königsberg. M. Jentsch dit que M. Erdmann a rapporté des dépôts glaciaires de la Suède des morceaux de phoques qui ont été attribués par M. Kinberg au *Phoca groenlandica*.

M. Tardy (1) fait une communication sur quelques sources minérales de l'Auvergne et sur les phénomènes qui les accompagnent.

M. L. Carez (2) a reconnu en poursuivant ses études dans les Corbières, qu'il existe réellement des couches triasiques dans la vallée de la Sals, dans celle du Bézu et à Saint-Ferriol, contrairement à ce qu'il avait annoncé dans une communication antérieure.

Cette nouvelle manière de voir est conforme à l'opinion soutenue par MM. de Lacvivier, Roussel, Viguiier et Jacquot.

M. Toucas (3) donne quelques détails sur la note que M. Douvillé a présentée en son nom dans la dernière séance et fait en même temps une communication sur la révision des Hippurites.

Il a divisé les Hippurites en quatre grands groupes :

- | | |
|----------------|--|
| 1 ^o | groupe de l' <i>Hipp. corbaricus</i> . |
| 2 ^o | » » <i>Toucasii</i> . |
| 3 ^o | » » <i>dilatatus</i> . |
| 4 ^o | » » <i>bioculatus</i> . |

Le 1^{er} groupe est caractérisé particulièrement par une arête cardinale lamelleuse très allongée ; le 2^e, par une arête cardinale triangulaire, plus ou moins saillante et aiguë à son extrémité ; le 3^e, par une arête cardinale très petite, presque à l'état rudimentaire, formée par une faible saillie du labre ; le 4^e, par l'absence complète d'arête cardinale.

Sur les 28 espèces qu'il a passées en revue, quatre seulement ont été trouvées dans l'Angoumien, dont deux lui sont spéciales, *Hipp. inferus* Douvillé et *Hipp. (A)*, sp. nov., et les deux autres *Hipp. petrocoriensis* et *Hipp. Moulinsi* montent dans le Santonien.

Trois semblent caractériser le Santonien inférieur : ce sont les *Hipp. giganteus*, *Hipp. Zitteli* et *Hipp. gosaviensis* ; une, l'*Hipp. corbaricus*, serait surtout Santonien supérieur.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 504.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 480.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 506.

Tous les autres Hippurites, et particulièrement *Hipp. galloprovincialis*, *Hipp. Toucasi*, *Hipp. dilatatus*, *Hipp. bioculatus* caractériseraient le Campanien inférieur, sauf l'*Hipp. radiosus*, qui serait dans le Campanien supérieur et dans le Maëstrichtien, et enfin l'*Hipp. Castroi* Vidal, qui se rencontre dans le Garumnien de la Catalogne.

M. L. Carez dit que ses recherches dans les Corbières l'ont amené à distinguer quatre niveaux d'Hippurites, correspondant bien à ceux qui viennent d'être énumérés par M. Toucas. Pourtant la position assignée à l'*Hippurites giganteus* n'est pas celle qui résulte des observations de M. Carez ; il ne l'a rencontrée, dans les Corbières, que dans le niveau le plus inférieur.

M. Carez se réserve d'examiner dans un travail ultérieur, si les coupes des Martigues et d'Uzès (Gatigues) obligent à placer l'*Hippurites giganteus* à un niveau plus élevé, comme le croit M. Toucas.

M. Aubert présente une note sur l'Eocène tunisien (1).

Dans le Nord de la régence de Tunis, l'Eocène peut être divisé de la façon suivante à partir de la base :

1. — Marnes et calcaires bitumineux à silex noirs.
2. — Marnes et grès phosphatés. — Calcaires marneux blanchâtres ou brunâtres à polypiers.
3. — Calcaires sub-cristallins à petites Nummulites et Térébra-tulines ; calcaires cristallins à Mélobésies et Nummulites.
4. — Système de calcaires grossiers, calcaires cristallins avec larges nummulites et *Ostrea bogharensis* ; grès et marnes.
5. — Calcaires jaunes ou blancs à *O. bogharensis*.
6. — Marnes brunes avec rognons de calcaires jaunes et grès fins à *O. bogharensis*.

Tous ces termes devraient se rapporter à l'Eocène inférieur ; l'Eocène moyen ne paraît pas exister ; quant à l'Eocène supérieur, il pourrait se diviser de la façon suivante :

1. — Marnes à fucoïdes ; grès glauconieux.
2. — Calcaires et grès contenant une huître voisine de l'*Ostrea Clot-Beyi*. Au même niveau : calcaires et grès à Mélobésies et petites Nummulites.
3. — Grès et Marnes à *O. cf. Clot-Beyi* — Grès supérieurs (ou grès numidiens).

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 483.

Dans le Sud de la Tunisie, il semble que l'Eocène n'est plus représenté que par l'étage inférieur. On y distingue à partir de la base :

- 1^o — Un système de marnes et de calcaires renfermant en quantité une huître voisine de l'*Ostrea bogharensis*.
- 2^o — Des marnes vertes avec des calcaires siliceux et des bancs de gypse; des calcaires avec lumachelles et phosphates.
- 3^o — Des calcaires à *Nummulites planulata*; des calcaires à *O. bogharensis* et rognons de silex.

M. **Léveillé** envoie à la Société une note sur l'époque glaciaire dans l'Inde méridionale et sur les effets résultant de cette période.

Correspondance

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE L'OUEST DE LA FRANCE

Séance du 10 Avril 1891

M. **Edouard Bureau** signale l'existence, dans la Loire-Inférieure, de grès (grès à *Sabalites andegavensis*) semblables à ceux de Noirmoutier. Ces grès, avec traces de fossiles végétaux, se trouvent dans les communes de Saint-Michel-Chef et de Saint-Brevin, et sur plusieurs points de la côte entre la Bernerie et Pornic. Ce sont ceux qui ont fourni la plupart des matériaux des monuments druidiques de la région, matériaux qui, par conséquent, ont été pris sur place ou dans le voisinage, et non apportés de Noirmoutier, comme on l'avait supposé.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 11 Mai 1891

PRÉSIDENTIE DE M. FERRAND DE MISSOL

M. J. Bergeron, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société : M. **Giroux**, présenté par MM. de Lapparent et Bonnet.

Il annonce une présentation.

M. **Parran** offre à la Société un article extrait de l'Annuaire géologique universel, ayant pour titre : *Bassin houiller du Gard. — Progrès réalisés dans la géologie de ce bassin depuis 1878* ; il donne quelques renseignements sur les travaux de recherche entrepris depuis que ce travail a été écrit.

M. **A. Gaudry** présente un mémoire ayant pour titre : *Quelques remarques sur les Mastodontes à propos de l'animal du Cherichira*, et devant paraître dans les Mémoires de Paléontologie de la Société(1).

M. **Douvillé** présente de la part de M. de **Grossouvre**, la note suivante :

Dans la séance du 6 avril dernier, M. Toucas a présenté quelques observations sur les conclusions que j'avais formulées relativement à la position stratigraphique de la craie des Corbières et de la

(1) Mémoires de Paléontologie de la Société Géologique de France. T. II, fascicule I. Mémoire n° 8.

Provence : en attendant la publication complète de la note annoncée par notre confrère, auquel nous devons de si beaux travaux sur la stratigraphie de la Craie, je crois devoir faire dès maintenant quelques réserves sur plusieurs de ses critiques.

M. Toucas me reproche d'avoir omis la zone à *Am. texanus* : je ne l'ai pas omise, car elle est comprise, partie dans la zone à *Am. serrato-marginatus* (= *Emscheris*), partie dans la zone à *Am. syrtalis*. En effet, *Am. texanus* se trouve dans la région du Harz au sommet de l'étage de l'Emscher, et dans les Charentes il accompagne *Am. syrtalis* à la base du Santonien de M. Arnaud (M¹).

Quant à *Lima ovata*, l'espèce du Beausset désignée par ce nom existe bien certainement en Touraine dans la craie de Villedieu : on voit donc que l'extension verticale de cette forme est trop grande pour fournir un point de repère précis.

Pour *Schizaster atavus* je ferai remarquer que cette intéressante mais fort rare espèce ne peut, en raison même de sa rareté, avoir aucune valeur stratigraphique, car sa répartition dans le sens vertical n'est pas connue et il est naturel de supposer qu'elle doit être assez considérable, comme cela a lieu pour tous les échinides.

M. Toucas range, partie dans le Santonien supérieur, partie dans le Campanien, les assises M et N de M. Arnaud qui constituent une zone à *Am. syrtalis*. Si de cette manière il revient bien à la définition primitive de l'étage campanien de Coquand, en revanche cet étage ainsi constitué ne correspond plus à ce que l'on a appelé le Campanien dans le bassin de Paris : la craie à bélemnites, telle qu'elle est généralement entendue, c'est-à-dire la Craie supérieure aux assises à *Micraster coranguinum*, la craie de Reims, d'Épernay et de Meudon.

Il résulte d'une façon indubitable des travaux des géologues allemands que la zone à *Am. syrtalis* correspond à la craie à *Marsupites* (assise supérieure à *M. coranguinum*) : elle renferme *Act. verus* et *Goniotethis westphalica*. Précisément aux Corbières, M. Toucas a trouvé une bélemnite qu'il a eu l'amabilité de me communiquer et qui est identique à une espèce des environs de Beauvais recueillie par M. Janet dans la craie à *Marsupites* : voilà encore un nouveau document paléontologique bien conforme à mes précédentes déductions.

J'ajouterai que dans les couches de Dülmen, lesquelles correspondent en partie au P¹ de M. Arnaud, la présence de *Gon. quadrata* est douteuse pour M. Schlüter.

Bien des raisons s'opposent donc à ce que l'on puisse trouver au

Beausset, dans les dix mètres constitués par les assises 7 et 8 de la note de M. Toucas, toute la craie à *B. quadrata* et *micronata*. En particulier, M. Zürcher possède, provenant du gisement de Rouve, des échantillons d'*Am. syrtales* recueillis probablement avec des débris de *Lima ovata* et ce qui est plus probant, avec *Hemiaster Regulusi* : la roche est identique à celle de la couche à *Lima ovata* du Castellet et est comprise entre le banc à *Hippurites dilatatus* et le banc à *O. acutirostris*. La présence de *Am. syrtales* dans les zones 7 et 8 de la Provence paraît donc certaine et permet de les rapporter à la craie à bélemnites.

Reste la présence d'une ammonite du groupe de *Pachydiscus galicianus* dans la zone n° 8 ; à mon sens, elle ne prouve rien, car les espèces de ce groupe ont apparu plus tôt, et M. Toucas a déjà signalé les analogies de cette espèce et de *P. Paillettei* qui est d'un niveau bien inférieur : tant que l'identité de l'échantillon ne sera pas établie sûrement on ne pourra rien conclure de la présence à ce niveau d'une ammonite de ce groupe.

Il résulte d'une étude plus détaillée que nous publierons prochainement que le parallélisme des diverses assises peut être établi de la manière suivante de bas en haut :

ZONES d'Ammonites	Aquitaine (Arnaud)	Corbières (Toucas)	Provence (Toucas)	Allemagne du Nord (Schlüter, Müller, Holzapfel, etc.)	Bassin de Paris
<i>A. Haberfellneri</i>	K	Assises nos 1°	Assises nos 1°	Emscher	Assises supérieures à <i>M. cortestudinarium</i> et inférieures à <i>M. coranquinum</i> .
<i>A. serrato-marginatus.</i>	L	2° 3°	2° 3°		
<i>A. syrtales.</i>	M N	4° à 7°	4° à 8°		
<i>A. bidorsatus.</i>	Partie inférieure	8° ?	Couches saumâtres et lacustres.	Couches de Dülmen Heimbürg-Gestein	
<i>Mortonicerias</i> , sp. nov.	P° supérieure			Assises à <i>Gon. quadrata</i> .	Craie à <i>Gon. quadrata</i> .

Si l'on tenait à compléter les analogies des coupes, on pourrait signaler la présence simultanée de niveaux à empreintes végétales dans l'assise n° 6 du Beausset et dans le Senon-Quader du Harz.

Dans les Corbières il reste encore indécis pour moi si les marnes bleues supérieures (assise n° 8), doivent être rattachées au grès marneux de Sougraignes et assimilées à l'assise n° 8 de la Provence comme le propose M. Toucas, ou si, au contraire, elles font partie du grès d'Alet auquel elles se rattachent d'ailleurs d'une manière intime.

Terminons en disant que s'il faut conserver pour l'étage campanien la définition première de Coquand, il est nécessaire de rayer ce nom de la nomenclature puisqu'il ne sera propre qu'à engendrer des confusions, l'étage campanien ainsi entendu ne comprenant plus uniquement, comme on le pensait jusqu'ici, la craie à Bélemnites du bassin de Paris, mais encore la partie supérieure de l'assise à *M. coranguinum*.

A cette occasion, M. de Grossouvre fait connaître qu'il prépare une monographie des Ammonites de la Craie supérieure, étage sénonien, et il fait appel au concours de ses confrères en les priant de lui communiquer les matériaux qu'ils pourraient avoir en leur possession.

M. Douvillé a reconnu que les Ammonites carénées à cloisons cératitiformes (genre *Tissotia*) ne se rencontrent pas seulement à la base du Santonien (1) ; elles sont représentées dans le Turonien par des espèces encore insuffisamment connues, parmi lesquelles *Tiss. Galliennei* de Poncé et une espèce des Jeannots qui est peut-être le *Tiss. Ganiveti* des Charentes : cette espèce, dit Coquand, voisine de l'*Amm. Requieni*, s'en sépare nettement par ses côtes rayonnantes. Ce mode d'ornementation qui se retrouve dans la première espèce, paraît caractériser les *Tissotia* turoniens, tandis que les formes santoniennes (au moins dans l'adulte) sont dépourvues de côtes rayonnantes et présentent de part et d'autre de la carène des tubercules allongés parallèlement à celle-ci ; la distinction est toujours facile entre les deux groupes, sauf peut-être pour les variétés à ornementation atténuée. Malgré cela, M. Douvillé ne peut partager l'opinion de M. Péron qui a attribué au *T. Ewaldi* un certain nombre de formes algériennes ; l'analogie lui paraît bien plus marquée avec les espèces du Turonien de la Provence ; il doit toutefois reconnaître que dans ces dernières, les selles ne sont pas aussi simples que dans les formes algériennes.

M. Ferrand de Missol donne lecture du rapport de la Commission de comptabilité :

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 499.

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

Votre commission a vérifié les comptes de Recettes et Dépenses, avec pièces à l'appui, établis par votre trésorier pour l'exercice 1889-1890 ; elle en a reconnu l'exactitude et la conformité avec le résumé présenté à la Société.

D'après ce résumé, le solde en caisse au 31 octobre 1890, a été de 3,468 fr. 80. Le dépouillement des états mensuels nous a donné le même solde de 3,468 fr. 80.

RECETTES

Les recettes ordinaires prévues pour 17,861 fr., ont été de 17,582 fr. 49, soit 278 fr. 51 en moins.

La vente des publications, prévue 5,200 fr., a donné 4,679,74, soit 520 fr. 26 en moins.

Il y a donc eu, sur l'ensemble de ces deux chapitres, une moins-value de 798 fr. 77, provenant surtout de la vente des publications.

DÉPENSES

Les frais généraux prévus pour 8,410 fr. 80, ont été de 8,241 fr. 38, réalisant une économie de 169 fr. 42.

Les frais de publications, prévus pour 17,313 fr. 82, n'ont été que de 13,037 fr. 15, soit en moins 4,276 fr. 67 sur les prévisions.

Ces résultats démontrent la prudence et l'économie apportées par votre trésorier dans la gestion de vos intérêts. Alors que l'exercice 1889-1890 s'est soldé par un déficit réel de 196 fr. 84, l'exercice 1889-1890 s'est soldé par un boni de 3,976 fr. 13, qui a permis de régler un arriéré de 2,964 fr. 73, provenant de l'exercice précédent, et de laisser un excédent disponible de 1,014 fr 40.

Le budget qui vous a été soumis pour l'exercice 1890-1891 se totalise en recettes et dépenses ordinaires par la somme de 25,068 fr. 80, et se trouve exactement équilibré, malgré une augmentation de loyer de 2,064 fr. 70, et un accroissement de 1,930 fr. 65 dans la dotation des publications.

Nous vous proposons d'approuver les comptes de l'exercice 1889-1890, et de voter à M. le trésorier des remerciements spéciaux pour les soins qu'il a mis à vous présenter, sous une forme méthodique, l'exposé de la situation, et pour la vigilance qu'il apporte dans l'accomplissement de ses fonctions.

Paris, 1^{er} mai 1891.

Signé : FERRAND DE MISSOL,
PARRAN,
FAYOL.

La Société approuve les comptes de l'exercice 1889-1890 et, à l'unanimité, vote des remerciements à M. le Trésorier.

M. Ficheur, à la suite d'une observation faite par M. Marcel Bertrand, dans la séance du 6 avril, au sujet de l'interprétation des couches jurassiques de l'Ouarsenis (Algérie), adresse à la Société une note *Sur la situation des couches à *Ter. diphya* dans l'Oxfordien supérieur de l'Ouarsenis* (1). Cette note complète une communication présentée à l'Association française (Congrès de Paris, 1889), sur la géologie de cet important massif. Examinant l'hypothèse émise par M. Bertrand de la possibilité d'un renversement de couches pour expliquer la situation des bancs à *diphya* signalés dans l'Oxfordien, l'auteur discute les relations stratigraphiques qu'il a observées, et maintient ses conclusions sur l'indépendance absolue du Lias et de la série jurassique qui l'entoure.

Quant à la succession des assises jurassiques dont la superposition reste constante sur les trois quarts du pourtour du grand pic, où cette série forme une bande continue, un renversement ne paraît guère admissible dans ces conditions, d'autant plus que cet îlot jurassique se trouve complètement isolé au milieu d'un massif crétacé, à plus de 60 kilomètres des affleurements jurassiques les plus rapprochés (Nord de Tiaret).

D'autre part, M. Ficheur insiste sur la situation de *Ter. diphya*, qu'il a recueillie sur deux points opposés, à la fois au-dessous et au-dessus des bancs à *Amm. transversarius*, dans des couches qui font intimement partie de la même assise. Même dans l'hypothèse d'un renversement, il n'est pas possible d'admettre que le Jurassique supérieur (Tithonique) puisse commencer à quelques mètres au-dessus des couches à *Am. transversarius*.

L'auteur a étudié récemment la série jurassique du Bou-Thaleb, avec l'assise remarquable des couches à *Ter. janitor* de l'Oued Soubella, découverte et décrite par M. Péron. Il est en mesure d'établir la comparaison, et ne voit dans les couches rouges à Ammonites et à *T. diphya* de l'Ouarsenis que l'équivalent de l'Oxfordien du Bou-Thaleb. Les calcaires ruiformes, siliceux dans les couches supérieures de l'Ouarsenis, ont leur équivalent dans les couches puissantes intermédiaires à l'Oxfordien et à l'assise à *Ter. janitor* du Bou-Thaleb. En outre la comparaison des fossiles ne permet d'établir aucune analogie.

M. Ficheur affirme à nouveau l'exactitude de son observation ; il remercie M. Bertrand d'avoir attiré l'attention de la Société sur ce fait important, en lui fournissant l'occasion d'insister sur quelques détails stratigraphiques.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 556.

M. Collot adresse les observations suivantes (1) :

La convenance de faire passer la limite des faciès gris et blanc du Jurassique supérieur indiquée par M. Kilian (*C. R. sommaire du 16 mars*), au nord de Moustiers (Basses-Alpes), résulte non-seulement des publications de M. Kilian, mais même d'observations personnelles de M. Collot, oubliées par lui. D'autre part, les calcaires blancs s'étendent très peu à l'est de Moustiers. Entre ce village et Levens on ne tarde pas à rencontrer les calcaires gris au sommet du Jurassique : c'est là l'origine de cette omission de Moustiers dans le domaine des calcaires blancs.

M. Collot profite de l'occasion pour indiquer une autre petite rectification à sa carte : il faut faire avancer les limites de l'Urgonien et du Cénomaniens dans la région du nord-est du golfe crétacé à peu près parallèlement au bord du golfe aptien, de façon à comprendre Rocharon, où M. Bertrand a figuré (feuille de Toulon) l'Urgonien et le Cénomaniens.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE LYON

Séance du 7 mars 1891.

M. Depéret signale la découverte, dans les fentes de carrières de La-Grive-Saint-Alban (Isère), d'un certain nombre de types encore inconnus dans cette faune, qui est à peu près de l'âge de Sansan. Les plus intéressants sont les *Pseudaelurus*, intermédiaires entre les Félidés et les Mustélidés ; une grande espèce est le *P. quadridentatus* Lart., de la taille d'une petite panthère ; une deuxième espèce, de petite taille, *P. transiens*, est nouvelle. Dans les Viverridés on compte un géant de cette famille, le *Mustela incerta* Lart., pour lequel l'auteur propose le nouveau genre *Progenetta*. Les Insectivores comprennent le *Parasorex socialis* de Steinheim et une toute petite Musaraigne, *Sorex pusillus* v. Meyer, de la taille de la Musaraigne étrusque. Il faut enfin citer la tête et une partie du squelette du *Macrotherium Sansaniense* (*Chalicotherium*) ou mieux d'une race de cette espèce ; enfin, parmi les Suidés, le *Charomorus Sansaniensis*. Toutes ces formes seront décrites et figurées dans le prochain volume des Archives du Muséum de Lyon.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 553.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 29 avril 1891.

M. Ch. Maurice : Analyse d'un travail de M. Samuel Scudder sur « Les Insectes des couches triasiques de Fairplay, Colorado ».

M. L. Cayeux : « Sur l'existence d'un gisement de blende et de galène dans le département du Nord ».

M. L. Cayeux : « De la présence de Diatomées dans les Tuffeaux à *Cyprina planata* du Nord de la France et de la Belgique ».

M. Ch. Barrois présente un Mémoire accompagné de 5 planches sur la faune du grès armoricain de Bretagne, où sont décrites ou figurées les espèces suivantes : *Discophyllum plicatum*; *Lingula Lesueuri*; *L. Hawkei*; *L. Salteri*; *Dinobolus Brimonti*; *Stuzka bohémica*; *Synek antiquus*; *Spathella Lebescontei*; *Actinodonta cuneata*; *A. obliqua*; *A. carinata*; *A. secunda*; *A. Pellicoi*; *A. acuta*; *Lyrodesma armoricana*; *Redonia Duxaliana*; *R. Deshayesiana*; *R. Boblayei*; *Ctenodonta Ehlerti*; *C. erratica*; *C. Ribeiro*; *C. Costæ*; *Nuculites acuminata*; *N. torta*; *Nuculana Lebescontei*; *N. incola*; *Arca? Naranjoana?*; *Parallelodon antiquus*; *Cyrtodonta obtusa*; *C. luta*; *Modiolopsis Cailliaudi*; *M. Davyi*; *Hippomya ringens*; *H. Salteri*; *Palcaemæa armoricana*; *P. Lebescontei*; *Bucania Sacheri*; *Conularia* sp.; *Ogygia armoricana*; *Homalonotus Heberti*; *H. Barroisi*; *Myocaris lutraria*; *Trigonocaris Lebescontei*; *Ceratiocaris* sp.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE**Séance générale annuelle du 21 Mai 1891**PRÉSIDENTENCE DE M. BERTRAND, *Président pour 1890*

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

M. M. **Bertrand** prononce l'allocution d'usage (1), puis il donne lecture du rapport de la Commission du prix Fontannes et remet la médaille Fontannes à M. **Ch. Barrois** (2).

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société M. **Pierre Marty**, demeurant au château de Caillac, par Arpajon (Cantal), présenté par MM. Rames et Boule.

Il annonce une présentation.

M. **G. Dollfus** présente à la société une série de brochures offertes par la famille de notre regretté confrère M. **G. Lionnet**, du Havre. Il rappelle en quelques mots les principaux traits de son activité scientifique. Lionnet était au nombre de ces curieux de la nature, que la géologie avait captivé et retenu malgré les occupations absorbantes d'une carrière commerciale honorablement remplie.

Il avait été parmi les fondateurs de la Société géologique de Normandie et en était resté constamment le Secrétaire ou le Vice-Président. En 1875, il débutait par l'examen des sols et rivages du Havre, tels que les avaient révélés les fouilles du bassin de la Floride; en 1877, avec M. Brylinski, il publiait une note considérable sur les phosphates de chaux fossiles, leur gisement, leur origine et leur emploi; travail solidement documenté, dans lequel les gîtes, connus alors, sont classés par niveau, analysés et expliqués dans leurs applications agricoles.

(1) Voir aux Notes et Mémoires p. 565.

(2) Voir aux Notes et Mémoires p. 569.

Puis vient le gros volume publié à l'occasion d'une exposition géologique régionale, organisée à propos de la réunion au Havre de l'Association française en 1877, et qui forme le tome VI du Bulletin de la Société géologique de Normandie et porte la date de 1880. C'est un résumé très complet de la géologie normande ; à part divers articles spéciaux signés par MM. Cotteau, de Saporta, Marchand, Meurdra, Hamy et Bourdet, etc., tout est bien l'œuvre de Lionnet, il a lu et dégagé les points saillants des travaux antérieurs sur le Paléozoïque, le Jurassique et le Crétacé de la Normandie, cachant avec une modestie exagérée sa personnalité et sa science sous le titre d'extraits de Dalimier, Deslonchamps, Hébert, Ussher, etc. Tous ceux qui voudront étudier la Normandie, trouveront là, avec une bibliographie étendue, une série de renseignements utiles parfaitement coordonnés.

Plus tard (1878), Lionnet accompagnait la société Linnéenne de Normandie à Alençon ; il excursionnait à Tancarville, Lillebonne, Bolbec, Fécamp, Etretat, complétant nos connaissances sur le Crétacé inférieur de la Hève.

Lorsque la maladie l'oblige déjà à se ménager, en 1884, il profite d'un séjour à la Bourboule pour nous donner quelques renseignements géologiques sur cette station thermale. Enfin, en 1886, il signalait la découverte, au Cap de la Hève, de blocs anguleux très gros de roches anciennes à la base du Cénomaniens et recherchait leur point d'origine et leur méthode de transport.

Dans les réunions de la Société au Havre, il entretenait constamment ses collègues des découvertes les plus importantes de la géologie, et par des lectures, des traductions, des analyses, les intéressait de ses ingénieux commentaires. La perte de notre confrère, qui n'avait que des amis, laisse un vide qui sera bien difficilement comblé.

M. G. Dollfus fait une communication « *Sur la formation continue de l'argile à silex* » (1).

Il montre par des observations prises dans l'Eure et Loir, vers Chartres, Gaillardon (Eure), Maintenon, Epernon, que l'argile à silex s'est formée même postérieurement à l'ouverture des vallées et à tous les âges.

Il est donné lecture de la notice nécrologique sur **M. de Tchihatchef**, faite par **M. Daubrée** (2).

(1) Voir aux Notes et Mémoires p. 883.

(2) Voir aux Notes et Mémoires p. 662.

M. E. Pellat adresse à la Société la note suivante :

Il existe à deux kilomètres environ d'Eygalières (Bouches-du-Rhône), à l'est de cette petite ville, près de la route qui conduit à la gare de Mollèges, vers le lieu dit « Saint-Claude » un intéressant gisement de calcaires à *Bulimus Hopei*.

Ces calcaires correspondent à ceux de Montaignes du bassin d'Aix et appartiennent à l'Eocène moyen; dans la feuille d'Avignon, M. Carez les rapporte à tort au Danien. MM. Depéret et Léonhardt les ont récemment observés à peu de distance d'Orgon, de l'autre côté de la Durance, dans les environs d'Apt et dans le Luberon.

On les exploite, dans le nouveau gisement que je signale, pour l'empierrement des routes. Ils sont blanchâtres, rougeâtres par places, et affectent souvent une structure pisolithique.

Le *Bulimus Hopei* (Marcel de Serres, 1827) y est commun et d'une très belle conservation. On en distingue deux variétés qui constituent peut-être deux espèces distinctes : l'une est renflée, l'autre très allongée. Avec ces bulimes, on trouve de rares planorbes et quelques autres fossiles, non décrits, qui ont été soumis à M. Matheron.

Des calcaires blanchâtres très durs, compactes, à rognons de silex, surmontent les calcaires à *Bulimus Hopei*.

La ville d'Eygalières est bâtie sur un massif escarpé composé de calcaires où l'on rencontre à l'état de moules en creux de rares Planorbes.

Sous les calcaires à *Bulimus Hopei* et à peu de distance, en se rapprochant de la route qui conduit d'Eygalières à Orgon, on observe des couches rougeâtres où, dans une course rapide, je n'ai pas rencontré de fossiles.

En traversant la route, près de la chapelle Saint-Sixte, on voit affleurer les couches à *Lychnus* très fossilifères, du niveau de Rognac.

Le beau gisement à *Bulimus Hopei* d'Eygalières, dont je me propose de publier la coupe détaillée, m'a été indiqué par M. Provençal, d'Orgon, à qui tant de collections publiques et privées doivent de beaux fossiles de la région.

M. Arnaud (1) envoie une note sur les limites tracées par Coquand à son étage santonien : ces limites sont conformes à celles que M. Arnaud a adoptées dans son mémoire : il cite à l'appui plusieurs extraits de la « *Description géologique de la Charente*, »

(1) Voir aux Notes et Mémoires p. 665.

par Coquand, et en contrôle l'application par l'examen de la carte géologique dressée par cet auteur.

Coquand, il est vrai, paraissait en même temps attribuer à la présence d'*O. vesicularis* une influence caractéristique : mais cette appréciation est inconciliable avec les limites qu'il a lui-même indiquées : il faut choisir et, soit admettre ces limites, soit englober dans un seul étage tout le Sénonien de d'Orbigny, l'*O. vesicularis* débutant avec le Coniacien et finissant avec les dernières couches du Dordonnien. Ainsi précisée, la solution de la question ne peut être douteuse.

Les limites indiquées par Coquand dans sa « *Description* » sont les limites rationnelles de l'étage.

M. **Toucas**, en réponse à une note publiée par M. de Grossouvre dans le compte-rendu sommaire du 4 mai courant, rappelle que l'*Am. Texanus* forme partout, au-dessus de la zone à *Am. Emscheris* et *Cid. Jouanetti* (L de M. Arnaud), une zone bien caractérisée, d'une extension verticale très limitée (Zones M¹ et M² de M. Arnaud), tandis que l'*Am. syrtalis* monte jusque dans la zone M² de M. Arnaud, et cela dans les trois régions des Charentes, des Corbières et de la Provence ; le même fait se rencontre en Allemagne, où l'*Am. syrtalis* se trouve également au-dessus de la zone à *Am. Texanus*. Le choix entre ces deux espèces ne peut donc être douteux : en prenant l'*Am. Texanus* comme type de la 3^e zone santonienne, on a l'avantage de limiter le Santonien au point fixé par Coquand et de plus on évite de réunir les zones M² et N² de M. Arnaud, dont les faunes sont très sensiblement différentes, ainsi que le prouve, dans les trois régions, la succession des faunes d'Ammonites, d'Echinides et d'Hippurites.

Quant à la question plus importante du parallélisme de la zone à *Hipp. dilatatus* et des zones supérieures du Beausset, des Corbières et des Charentes avec la Craie à Bélemnites du bassin de Paris et de l'Allemagne, il y a lieu d'attendre les résultats définitifs de l'étude entreprise par M. de Grossouvre, à la condition toutefois que tous les arguments invoqués aient été discutés, car il n'est pas admissible de voir rejeter en bloc, par exemple, tous les Echinides, sous prétexte que quelques-uns ont une grande extension verticale. Ainsi la présence dans les couches supérieures de la Provence et des Corbières des espèces comme *Pyrina Petrocoriensis*, *Schizaster utavus*, *Goniopygus minor*, *Cid. cretosa*, *Cid. pleracantha*, *Hem. Regulusanus*, *Cyph. subnudum*, fournit des arguments qui demandent à être réfutés autrement que par une fin de non recevoir. Il en est

de même pour toute la faune qui accompagne ces échinides et en particulier pour les *Pachydiscus*, dont M. de Grossouvre ne paraît pas tenir compte, bien qu'ils n'aient cependant rien de commun avec l'*Am. Pailletei*.

Il est également bon de rappeler que M. de Grossouvre reconnaît qu'on a trouvé quatre exemplaires de *Goniotheutis quadrata* dans les couches à *Am. syrtalis* de Salzberg, près Quedlimbourg. Le *Gonioth. (A)* sp. nov., des Corbières, qui est, à ce qu'il paraît, identique à une espèce de la Craie à *Marsupites* de Beauvais, a été recueilli à la Bastide, près Camps, à un niveau qui correspond à la base des grès de Sougraigne, par conséquent tout à fait à sa place, à la limite du Santonien et du Campanien.

Enfin, M. de Grossouvre prétend qu'au Beausset, il n'y a que dix mètres de couches marines au-dessus des calcaires à *Hipp. dilatatus* et qu'il n'est pas possible que ces dix mètres représentent toute la Craie à *Belemnitella quadrata* et *mucronata*; il est facile de se rendre compte (Bull. Soc. Géol., t. X, p. 168 et t. XI, p. 348), que ce n'est pas dix, mais bien trente et cinquante mètres qui ont été signalés entre le banc à *Ostrea acutirostris* et les dernières couches à *Hipp. dilatatus*. Quant à l'exemplaire de l'*Am. syrtalis* du gisement de Rouve, il ne prouve absolument rien, quand même il aurait été recueilli avec *Lima ovata* et *Hemiaster Regulusi*, espèces qu'on trouve déjà dans les calcaires à *Hipp. dilatatus*; d'ailleurs cette Ammonite se trouve là, comme les exemplaires de Fontainieu, dans le massif du Valdaren, par conséquent dans une formation très tourmentée, où la succession des couches est loin d'être aussi régulière qu'au Castellet et à La Cadière, et où l'on constate à chaque pas un mélange de faunes provenant du bouleversement des assises.

M. Cotteau fait une communication sur les Oursins de l'Ouest de la France.

Séance du 25 Mai 1891

PRÉSIDENTIE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la séance précédente, le Président proclame membre de la Société, M. **Roquencourt**, demeurant à Paris, 11 bis, rue Portalis, présenté par MM. Dagincourt et Chélot.

M. **Zeiller** présente à la Société(1), de la part de M. **Grand'Eury**, un important ouvrage: *Géologie et Paléontologie du Gard*, accompagné d'un atlas de planches in-folio et d'une carte géologique au $\frac{1}{20.000}$. Il résume les principaux résultats obtenus par l'auteur, qui a réussi à déterminer, d'après les caractères de la flore, l'âge relatif des divers faisceaux du bassin du Gard: il y a reconnu trois étages principaux, qui sont, en allant de bas en haut, l'étage de Bessèges, l'étage de la Grand'Combe, et l'étage de Champclauson et Portes. Au dessous de l'étage de Bessèges, entre sa partie inférieure et les premiers dépôts bréchiformes, reposant sur les micaschistes, apparaît dans certaines parties du bassin, un premier groupe peu important de couches charbonneuses. Au point de vue des richesses houillères, c'est l'étage de Bessèges qui occupe le premier rang, tant par la puissance de ses couches que par son étendue en surface: il se subdivise en trois sous-étages: l'horizon de la couche Sans-Nom à la base, la zone de Bessèges et de Lalle au milieu, et une zone supérieure, au sommet, comprenant les couches les plus élevées de Bessèges et celles de Saint-Jean. Ensuite vient un puissant étage stérile, auquel succèdent les couches de la Grand'Combe et celles de Gagnières, surmontées elles-mêmes par de nouvelles assises stériles, que couronnent les couches de Portes et de Champclauson.

Les études que M. Grand'Eury a pu faire sur les forêts fossiles mises à nu dans les carrières à remblais, le conduisent à ranger définitivement les Calamodendrées parmi les Cryptogames. Aux *Arthropitys* correspondent d'une part les *Asterophyllites* proprement dits, d'autre part les *Calamites cannaeformis*. Aux *Calamodendron* correspondent les *Stylocalamites*, et comme rameaux feuillés, les *Calamocladus* à feuilles molles, plurinerviées, légèrement soudées en

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 679.

gaine à leur base ; à ces rameaux sont associés de petits épis, ne portant que des sporangiophores sans interposition de bractées stériles. Un nouveau genre, *Autophyllites*, est créé pour des rameaux articulés, munis de grandes feuilles linéaires, verticillées, d'abord soudées en gaine à leur base, puis bifurquées à quelque distance ; les épis fructificateurs sont uniquement formés de sporangiophores portant à leur sommet des capsules coriaces.

Les Sigillaires ont été également l'objet d'observations du plus haut intérêt : M. Grand'Eury les a vues naître, sous forme de bulbes, de rhizômes traçants qui ne sont autre chose que les *Stigmaria* typiques ; il n'a trouvé avec elles que des épis à macrospores et les tient également aujourd'hui pour Cryptogames.

Il signale à la suite des Sigillaires, sous le nom d'*Acanthophyllites*, des rameaux fort singuliers, garnis d'organes appendiculaires ressemblant à des épines plusieurs fois ramifiées, et dans lesquels il est porté à voir des racines plutôt que des branches aériennes.

Il a enfin observé, parmi les Fougères, diverses espèces nouvelles, et un remarquable type de fructification rappelant les *Danaea*, pour lequel il crée le nom générique de *Parapeopteris*.

Les Gymnospermes lui ont offert, elles aussi, nombre de formes intéressantes, dont un très beau *Neggerathia*.

M. Zeiller exprime, en terminant, le regret que ce bel ouvrage, tiré seulement à 425 exemplaires, ne soit pas mis dans le commerce et demeure ainsi inaccessible à la plupart des paléophytologistes étrangers.

M. Zeiller offre ensuite à la Société trois brochures nouvelles, de la part de M. Kidston (1). La première résume les connaissances acquises sur les divers types de fructification de Fougères houillères, et sur la place à leur attribuer dans la classification par rapport aux types vivants ; outre les genres déjà connus, elle comprend une forme générique nouvelle, à laquelle l'auteur donne le nom d'*Unatheca*, et qui appartient aux Marattiacées.

La deuxième est consacrée à une révision scrupuleuse de toutes les espèces paléozoïques comprises dans la *Fossil Flora* de Lindley et Kidston, pour un certain nombre desquelles les attributions primitives étaient depuis longtemps reconnues inexactes et appelaient une rectification.

La troisième forme la deuxième partie du travail de M. Kidston, sur la Flore fossile du bassin du Staffordshire ; elle comprend l'étude

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 690.

des espèces végétales observées dans le bassin des *Potteries*, où les trois zones, inférieure, moyenne et supérieure, de la série houillère d'Angleterre sont représentées l'une à la suite de l'autre par de puissants dépôts.

M. Priem offre à la Société un ouvrage dont il est l'auteur et ayant pour titre ; « *L'évolution des formes animales avant l'apparition de l'Homme.* »

M. le Dr Labat offre à la Société une note intitulée : *Les eaux de Cransac.*

M. Léon Bertrand présente une note (1) sur trois espèces non figurées du genre *Scalpellum*, provenant du Calcaire grossier des environs de Paris (Chaumont, Parnes, Châussy, etc.), et fait remarquer que les deux sections établies par Darwin dans les espèces fossiles de ce genre, d'après la position de l'umbo de la carina, sont représentées.

Il a pu reconstituer en grande partie une espèce à laquelle il donne le nom de *Scalp. recurvatum*, d'après la forme de sa carina recourbée du côté dorsal; quant aux deux autres espèces, qu'il nomme *Scalp. Fischeri* et *Scalp. vomer*, elles sont établies uniquement sur des carina, car il a été impossible à l'auteur de fixer d'une façon certaine quelles étaient les autres pièces fondamentales correspondantes.

M. Roussel présente une note sur les terrains primaires de Mérens (2). Cette formation est composée de schistes et de calcaires qui se sont interposés dans le gneiss par suite de la rupture et du refoulement du pli anticlinal dont ils font partie. Dans la rivière de Galle, les schistes peuvent être divisés en trois étages dont le moyen renferme, entre autres fossiles, l'*Orthis Actonia* et des *Echinosphærites*, et le supérieur des *Orthoceras* et des tiges de *Scyphocrinus elegans*.

Au dessus viennent les calcaires du Dévonien, et en certains points, des schistes qu'on peut attribuer au Carbonifère.

Ensuite **M. Roussel** communique une deuxième note (3) dans laquelle il passe en revue les divers plis qu'il a observés dans le versant français des Pyrénées.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 693.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 712.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 727.

M. Gosselet fait une communication sur les grès de Beleu, près Soissons.

Il expose les résultats des travaux de M. Ladrière sur les limons.

M. Zeiller examine, à l'occasion d'une note de M. C. de Stefani publiée dans le dernier numéro du *Bulletin*, quelle est réellement la valeur du genre *Trizygia* (1), qui n'avait encore été signalé que dans la flore fossile de l'Inde, dans les couches de Damuda, et que M. de Bosniaski vient de découvrir dans le *verrucano* du Monte-Pisano. Il fait voir que les caractères sur lesquels on s'est fondé pour le séparer du genre *Sphenophyllum* se retrouvent chez plusieurs espèces de ce dernier genre, notamment chez le *Sphen. filiculme* et le *Sphen. oblongifolium* : on observe souvent, en effet, chez celui-ci, à côté de la forme normale, des rameaux qui présentent à chaque verticille des feuilles nettement inégales, groupées comme celles du *Triz. speciosa* en trois paires distinctes, celles de la paire antérieure plus courtes que celles des deux paires latérales. Il en conclut que cette particularité, due sans doute aux conditions de développement des rameaux sur lesquels on l'observe, ne constitue même pas un caractère spécifique et que le genre *Trizygia*, à l'établissement duquel elle a servi de base, doit être purement et simplement réuni au genre *Sphenophyllum*, ainsi que l'avaient admis, dès 1850, Mac-Clelland et Unger.

Il se demande si l'une des deux espèces du Monte-Pisano, figurées par M. de Bosniaski, ne devrait pas être rapportée plutôt au *Sphen. verticillatum* (*Sphen. Schlotheimi*) qu'à l'espèce indienne, malgré la réelle ressemblance qu'elle présente avec celle-ci. L'autre espèce, *Triz. pteroides*, lui semble probablement nouvelle ; elle est en tout cas fort remarquable par la disposition de ses feuilles : deux latérales longues, diamétralement opposées l'une à l'autre, et quatre, de moitié plus courtes, en avant, ce qui eût pu motiver, avec autant de raison que pour le genre *Trizygia*, la création d'un nom générique nouveau.

M. Zeiller conteste, en terminant, l'attribution au genre *Glossopteris* d'une petite feuille du *verrucano* de Sardaigne, que M. de Bosniaski figure comme *Gloss. cf. indica*, mais dont la nervation est, paraît-il, indiscernable. Il serait disposé à y voir quelque *Teniopteris*, et il estime que l'extension dans nos régions de la flore dite à *Glossopteris* n'est, jusqu'à présent, rien moins que démontrée.

M. Emm. de Margerie transmet une note préliminaire (2) de

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 673.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 699.

M. Bogdanowitch sur les observations faites par ce géologue dans l'Asie Centrale au cours de l'expédition du colonel Piewtzoff.

M. Bogdanowitch a visité le versant sud du Thian-Chan, le côté oriental du Pamir avec le groupe du Moustagh, le Kouenlun occidental jusqu'au méridien du Lob-Nor, le Nord-Ouest du Tibet et enfin l'extrémité est du Thian-Chan et les Monts Tarbagataï.

Il a reconnu dans le Kouenlun la présence des formations suivantes : granites, gabbros, diorites, gneiss et schistes métamorphiques, Dévonien inférieur à Stromatopores, Carbonifère à *Productus semireticulatus* et à Fusulines (transgressif sur les terrains antérieurs), schistes d'âge indéterminé. La structure de cette chaîne, dont l'altitude varie entre 6,500 et 7,800 mètres, est très compliquée. Les dislocations les plus anciennes, qui dominent à l'est, sont dirigées E.N.E.-O.S.O. ; d'autres accidents, plus récents, et se développant surtout à l'ouest, s'orientent N.O.-S.E.

Quant à la partie explorée du Tibet, ce n'est pas un vrai plateau ; au point de vue géologique, mais une région nettement plissée : un grand nombre de chaînons parallèles, dirigés E.N.E.-O.S.O. et O.N.O.-E.S.E., s'y montrent formés par une puissante série de grès, de conglomérats et de brèches, que M. Bogdanowitch désigne sous le nom de *dépôts tibétains*. L'âge de cette formation n'a pu être encore précisé ; toutefois elle n'est certainement pas antérieure au Carbonifère. La stabilité longtemps prolongée du sol et la sécheresse du climat expliquent la prédominance marquée, au point de vue topographique, du caractère de plaine sur le caractère montagneux dans ce désert, dont la hauteur absolue est comprise entre 4,800 et 5,500^m.

Par suite de l'altitude exceptionnellement élevée à laquelle se trouve reléguée, dans le Kouenlun, la limite inférieure des neiges persistantes (6,000-6,470^m au sud, 5,200-5,500^m au nord), les glaciers y sont rares : M. Bogdanowitch n'a pu en découvrir que quatre, tous de second ordre, entre la rivière de Yarkand et le méridien du Lob-Nor, sur une distance de 1,200 kil. ; aucune trace n'indique d'ailleurs qu'ils aient eu jadis un développement plus considérable dans la région.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE

Séance du 4 Mai 1891.

M. L. Lecornu fait une communication sur *le Massif de Falaise et ses prolongements*.

L'auteur établit que le massif silurien des environs de Falaise se compose de deux synclinaux parallèles, séparés par un anticlinal. L'axe de chaque synclinal est occupé par une bande de grès de May reposant sur des schistes ardoisiers. L'anticlinal central correspond à une bande de grès armoricain qui se dédouble au N.-O. pour aller se relier en plan avec les grès armoricains bordant extérieurement le massif; les affleurements de grès armoricain dessinent ainsi une sorte de M majuscule. Le massif est à cheval sur l'axe du Merlerault et possède à peu près la même direction générale. A l'est, il disparaît sous le Jurassique. A l'ouest, il se rattache à la grande zone courbe qui part de la côte occidentale du département de la Manche, entre Coutances et Villedieu, et traverse toute la partie méridionale du Calvados. Cette zone, large de 24 kilomètres sous le méridien de Coutances, s'amincit progressivement de l'ouest à l'est et n'a plus que 6 kilomètres de largeur dans le massif de Falaise. On peut reconnaître dans toute sa longueur de 120 kilomètres, malgré d'assez nombreuses dislocations, la trace des deux synclinaux et l'anticlinal central. Dans la mine de fer de Saint-Rémy-sur-Orne, l'existence de l'anticlinal se manifeste par un relèvement très accusé au milieu du grand fond de bateau que forme la couche de minerai. Vers l'extrémité occidentale de la zone, l'anticlinal correspond à une région de phyllades bordée d'un côté par le synclinal dans l'axe duquel se trouvent les schistes pourprés et grès blancs de Pontfarcy, de l'autre par le synclinal de Coutances, aboutissant à la faille que remplit le calcaire carbonifère de Montmartin. En résumé, cette zone présente une série bien nette de plis convergents, et il serait intéressant de rechercher la prolongation possible de ces plis vers les côtes de Bretagne.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 6 Mai

M. Cayeux fait l'étude critique des arguments émis en faveur, soit de la distinction, soit de la confusion de la craie et des dépôts des mers profondes actuelles. L'étude des galets et des minéraux de la craie du Nord de la France, et celle de la micro-structure lui ont permis de conclure :

1° Que la craie du Nord est un dépôt ferrigène, et que ses analogies avec la boue à Globigérines, en particulier, ne sont qu'apparentes ;

2° Qu'elle s'est formée à proximité des côtes et sous une faible profondeur d'eau.

M. Gosselet présente une note de M. Malaise sur la distribution des Graptolithes dans les diverses couches du terrain silurien de Belgique.

M. Gosselet montre par quelques coupes :

1° Que le grès de Belevu, près de Soissons, célèbre par ses empreintes végétales, est situé entre le Calcaire grossier et les Sables de Cuise.

2° Que le grès de Molienhart, près de Laon, appartient au Landénien (Sables d'Ostricourt) ;

3° Que le conglomérat de Cernay est situé au-dessus des sables de Châlons-sur-Vesles.

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE L'OUEST DE LA FRANCE

MM. L. et E. Bureau présentent la légende de la feuille géologique d'Ancenis au $\frac{1}{80000}$. La feuille d'Ancenis appartient au *Plateau méridional* de la Bretagne. Elle comprend deux régions distinctes : le nord est traversé par des sillons parallèles, dirigés O. 13° N. à E. 13° S., dus aux plissements des terrains primaires ; le S.-O., formé de terrains cristallins, fait partie du massif de même nature qui se prolonge à travers le Bocage Vendéen.

Le terrain primitif est représenté par des *micaschistes* alternant avec des chloritoschistes et des schistes à séricite avec lits subordonnés d'*amphibolites*, de *pyroxénites grenatifères* (éclogites) et de *serpentes*. A leur partie supérieure, ils contiennent des phthanites qui établissent un passage aux roches sédimentaires.

Le terrain silurien comprend les niveaux suivants : les schistes du Lion d'Angers (précambrien) avec poudingues de Loiré ; les schistes pourprés avec *Vexillum* ; le grès armoricain ; les schistes ardoisiers d'Angers ; les grès à *Calymenella Bayani* de la forêt d'Ancenis. Le silurien supérieur est représenté par des grès et des schistes avec ampélites, sphéroïdes, phthanites et calcaires.

Le terrain dévonien de la Basse-Loire comprend plusieurs niveaux : le Dévonien inférieur est représenté par le grès du Chalonge à *Orthis*, le calcaire de Vern à *Homalonotus Gervillei*, le

calcaire blanc de la Veurière, lithologiquement semblable au calcaire d'Erbray, les schistes et calcaires de Pont-Maillet à *Phacops latifrons* var. *occitanicus*. Le Dévonien moyen comprend : le calcaire de Vallet à *Harpes macrocephalus* et le calcaire de l'Ecochère à *Uncites Galloisi*. Le Dévonien supérieur a pour représentant le calcaire à *Rh. cuboides* de Cop-Choux.

Le Carbonifère inférieur offre, dans cette région, un développement plus complet que nulle part ailleurs en France. Il comprend les niveaux suivants : 1° les *schistes à lamellibranches* formant la base du Carbonifère inférieur ; 2° la *grauwacke à plantes* correspondant au sous-étage du *Culm* et à la *grauwacke* de Thann, avec : *Stigmarva ficoides* Ad. Brong., *Bornia transitionis* F. Roem, etc. ; 3° la *grauwacke verte* formant une lentille stérile dans le terrain productif ; 4° les *grès et psammites de Mouzeil*, avec houille, correspondant à la *grauwacke* du *Culm* et aux schistes d'Ostrau (Moravie). Ils forment une bande longue de 100 kilom. environ, sur laquelle sont ouvertes de nombreuses exploitations. La flore de ce niveau est riche en fougères et en lépidodendrées.

Le Carbonifère moyen présente seulement deux niveaux : Les *schistes et poudingues de Teillé et de Rochefort-sur-Loire* en constituent la partie inférieure. Ils appartiennent à deux bassins distincts situés l'un au nord, l'autre au sud de la Loire. Ce niveau contient : *Cordaites borassifolius* Geinitz, *C. Goldenbergianus* Weiss, *C. principalis* Gein., *Nevropteris* sp., *Alethopteris Serlii* Gœpp., *Prepecopteris plumosa* Grand'Eury, *Sphenopteris furcata* Ad Brongn., *S. artemisiaefolia* Sternb., etc. La partie moyenne du Carbonifère du nord de la France manque ici. Les *schistes et poudingues de l'Ecoulé* en Saint-Laurent-du-Mottay appartiennent à la partie supérieure du Carbonifère moyen. On y trouve *Dictyopteris sub-Brongniarti* Grand'Eury, *Cordaites borassifolius* Geinitz.

Des *grès éocènes*, identiques aux grès à *Sabalites andegavensis* de Saint-Saturnin, près Angers, se voient à Saint-Jean-du-Marillais.

Des *sables et graviers* appartenant au terrain pliocène ou au Miocène supérieur (Moulin-Dauphin, près la Potherie) se montrent sur toute l'étendue de la feuille.

Terrains éruptifs et métamorphiques : le granite forme les massifs de Mésanger et de Bécon. Il a exercé son action sur les schistes ardoisiers et sur les grès à *Calymenella Bayani*.

Les autres roches éruptives sont des diabases, des granulites, des orthophyres, des microgranulites, des microgranulites schisteuses (porphyroïdes) et des porphyres à quartz globulaire.

M. A. Lacroix présente une *Étude pétrographique des élogites de la Loire-Inférieure*.

Les élogites forment, dans la Loire-Inférieure, deux bandes, dont l'une se maintient presque constamment au nord de la Loire, tandis que l'autre, située au Sud de ce fleuve, se continue en Vendée. Essentiellement composées de *grenat* et *pyroxène*, ces élogites renferment toujours une petite quantité de *rutile* et d'*ilménite* et du *quartz*. Souvent, l'*amphibole*, la *zoisite*, l'*épidote*, le *disthène* et le *mica blanc* s'y associent.

On peut distinguer deux types, le *type I* ou élogites à gros grenats, le *type II* ou élogites à petits grenats.

L'auteur fait remarquer les analogies que ces élogites offrent avec celles du Fichtelgebirge, de la Carinthie, etc., et appelle l'attention sur les modifications secondaires subies par ces roches, modifications portant à la fois sur leur structure et sur leur composition minéralogique.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 8 Juin 1891

PRÉSIDENTE DE M. MUNIER-CHALMAS.

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. le Prince **Roland Bonaparte** dépose sur le bureau de la Société un volume ayant pour titre : *Une excursion en Corse*, et s'exprime ainsi :

J'ai l'honneur d'offrir à la Société le dernier ouvrage que je viens de publier. C'est le simple récit d'une de mes nombreuses excursions en Corse. Ce volume, écrit sans aucune prétention scientifique, d'après des notes de voyage complétées par des renseignements qu'il m'avait été impossible de trouver sur place, se divise en deux parties.

Dans la première partie, on trouvera la relation de la course que j'ai faite à travers l'île en 1887.

Quoique cette relation ait été écrite au point de vue pittoresque, je n'ai pas manqué, quand cela était nécessaire, de donner quelques détails géologiques.

J'ai d'abord décrit à grands traits les terrains qui composent l'île en faisant remarquer que le profil sous-marin n'est que la continuation de celui qui se trouve au-dessus des flots. J'ai également donné quelques renseignements relatifs à l'époque glaciaire, dont l'existence est parfaitement démontrée par la présence de grandes surfaces de rochers qu'on trouve striées, en certains points de l'intérieur. J'ai montré les relations qui unissent la nature du sol avec la répartition de la population, la nature des produits naturels et même le caractère des habitants. Enfin j'ai dit quelques mots des variations de niveau des côtes.

On voit par là que la Géologie n'a point été oubliée.

Dans la deuxième partie, on trouvera une liste bibliographique d'ouvrages relatifs à la Corse. Cette liste est volontairement incomplète, car j'ai simplement voulu montrer ce qu'il était possible de réunir d'ouvrages sur un sujet donné en quelques jours de recherches seulement.

Tel est en gros le plan de cet ouvrage qui, je l'espère, contribuera à mieux faire connaître la Corse, cette île si profondément française.

M. de Lapparent offre à la Société un exemplaire de la nouvelle édition de son « *Abrégé de Géologie.* »

M. L. Carez revient, à propos de la note de M. Roussel parue récemment, sur quelques points de la Géologie des Corbières (1). Il examine :

1° La question de l'âge des argiles rouges de la vallée du Bézu. L'identité absolue de ces couches et de celles de la source salée l'amène à les rattacher au Trias, contrairement à sa première opinion et à celle de M. Roussel.

2° La structure de la vallée de Bézu. Il persiste à croire qu'il existe au Nord de cette vallée une faille très importante et facile à suivre sur une très grande distance.

3° La position de la faille au hameau du Bézu. M. Roussel affirmant avoir trouvé des Hippurites et d'autres fossiles sénoniens dans le rocher du Bézu et dans celui qui lui fait suite à l'Est, M. Carez réserve la question de savoir si l'emplacement qu'il attribue à la faille en ce point spécial ne doit pas être quelque peu modifié.

4° L'existence des phénomènes de recouvrement. Malgré l'opposition de M. Roussel, M. Carez maintient sa manière de voir pour le pic de Bugarach, le plus important des lambeaux de recouvrement qu'il a cités. Pour ceux de Chalabre, Camps et Cubières, il pense aussi ne pas avoir à revenir sur ce qu'il a dit, mais en présence des affirmations si formelles de M. Roussel, il se propose de visiter à nouveau cette région.

Enfin il pense que le calcaire de Peyrepertuse est probablement sénonien et non urgonien, comme il l'avait cru d'abord.

5° La structure de la vallée de la Sals. M. Carez maintient la coupe qu'il a donnée dans la séance du 20 avril dernier, tant au point de vue de l'attribution des couches qui composent cette vallée que de l'existence d'une faille qui la limite au Nord.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 702.

M. **Chaper** expose les quelques faits relatifs à la Géologie de l'île de Bornéo, qu'il a été à même d'observer durant un récent voyage (1).

M. **D.-P. Ehlert** présente une note dans laquelle il décrit deux Crinoïdes nouveaux, provenant de la grauwacke dévonienne inférieure de Pont-aux-Bouchers, près Nehou (Manche) (2). L'un est un moule interne d'un *Ctenocrinus*; l'autre, *Diamenocrinus Jouani*, constitue le type d'un nouveau genre qui se place dans la famille des *Rhodocrinidae*, à côté des genres *Archæocrinus* et *Raphanocrinus*; il est particulièrement intéressant par sa forme externe qui rappelle celle des *Glyptocrinus*, par ses bras très dichotomes et unisériaux, enfin par sa tige libre et enroulée sur elle-même à la partie inférieure. Il représente, par ses caractères génériques et spécifiques, un type silurien survécu, et persistant dans le Dévonien.

M. **M. Bertrand** fait une communication sur *le massif d'Allauch*.

Ce massif, situé au N.-E. de Marseille, présente une structure tout à fait exceptionnelle, et sans relation apparente avec celle des massifs voisins. C'est un grand plateau, de forme triangulaire, d'environ 8 kilomètres de côté; le Néocomien inférieur, en bancs à peu près horizontaux, en constitue le soubassement et les calcaires à Hippurites en couronnent les sommets. Au nord une faille d'affaissement, très nette, pouvant se suivre assez loin du côté de l'est, a ramené au niveau de la base du Néocomien deux grands lambeaux de calcaires à Hippurites. Avec le premier massif, dont ils sont une dépendance évidente, ces lambeaux complètent une sorte de large îlot crétacé, complètement isolé au milieu de terrains beaucoup plus anciens.

Cet îlot est entouré d'une ceinture presque continue de Trias et d'Infralias. Ce Trias ne plonge pas sous le massif, mais au contraire dans la direction opposée: au sud, à l'est et au nord, il s'enfonce sous les bords très amincis et très irréguliers d'une nouvelle cuvette crétacée qui décrit une demi-circonférence autour du massif; à l'ouest, il va buter, ou directement, ou avec le Lias qui le recouvre, contre une faille transversale qui isole une région toute différente, celle du pli couché de l'Etoile et de la Nerthe.

De plus, partout où la bande triasique s'élargit, on peut y reconnaître très nettement la *structure d'un pli anticlinal, couché vers le massif*. Non seulement le Trias est incliné comme pour aller recouvrir le massif d'un manteau de couches plus anciennes, mais en

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 877.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 834.

plusieurs points, il en est séparé par des couches d'âge intermédiaire, toujours renversées, toujours plongeant sous le Trias et présentant la même inclinaison que les couches crétacées sur lesquelles elles s'appuient.

Il semble incontestable que cette bande continue de Trias, partout encadrée de la même manière, a partout la même signification; on serait donc en face d'un pli anticlinal dont la ligne directrice décrit *une courbe complètement fermée*. Une seule explication paraît possible : un manteau de couches plus anciennes aurait réellement existé au dessus du massif; la surface de glissement, dans ce pli couché, aurait été dénivelée et bosselée par des compressions postérieures, et les érosions, s'attaquant aux parties en saillie, auraient fait apparaître le substratum à la place actuelle du massif. Il est clair, en effet, que, dans ce cas, l'affleurement de la surface de glissement doit dessiner une ligne circulaire autour de ce dôme du substratum (ou flanc inférieur), que cet affleurement doit montrer le Trias de recouvrement incliné vers le massif, et séparé de lui par places, par des lambeaux de poussée, qu'il doit donc présenter partout l'apparence d'un pli anticlinal écrasé, renversé vers le massif ou couché vers lui.

M. Bertrand rappelle que déjà, il y a trois ans, dans les comptes-rendus de l'Académie des Sciences, il a présenté cette explication comme la seule possible. A la suite de nouvelles études, il est disposé à être moins affirmatif; les difficultés commencent en effet quand on essaie de raccorder le pli couché hypothétique avec les plis couchés voisins, celui de l'Etoile à l'ouest et celui de la Sainte-Beaume à l'est.

On peut démontrer que la *charnière synclinale*, qui, dans le pli d'Allauch, engloberait les couches crétacées, ne peut pas se raccorder simplement avec la charnière synclinale des plis voisins, qu'il faut qu'elle enveloppe le massif d'Allauch, en suivant de très près l'affleurement des couches crétacées, puis qu'elle se retourne de nouveau vers l'est et vers le sud-ouest; qu'elle décrive en d'autres termes une double sinuosité, sous forme de deux boucles évasées, ouvertes l'une vers le nord, l'autre vers le sud. M. Bertrand s'attache à montrer que ce déplacement inégal de la charnière synclinale, dans un même pli couché qui aurait produit partout un même déplacement d'ensemble, est une chose mécaniquement possible, explicable par l'inégalité des résistances superficielles; il n'en est pas moins vrai que la simplicité de la solution disparaît et que la part de l'hypothèse y devient bien considérable.

Si le Trias n'a pas passé par dessus le massif d'Allauch, ce massif

représente une *partie affaissée*, et non plus une partie surélevée. La superposition oblique du Trias et du Jurassique sur le Crétacé, avec des chevauchements qui vont jusqu'à deux kilomètres, écarte toute idée d'un simple affaissement sous l'action de la pesanteur ; il faut donc que ce soit par la formation d'un pli ou d'une cuvette synclinale que le crétacé ait été ainsi enfoui au milieu du Trias. Il y a deux objections : la profondeur de l'enfouissement, qui, précisément, dans la partie la plus étroite du bassin, atteindrait un millier de mètres ; et, de plus, la cessation brusque du bassin synclinal, qui, au lieu de s'effacer progressivement, s'arrêterait tout d'un coup, au point où il est creusé le plus profondément, *sans se continuer, même par une légère ondulation, dans les terrains jurassiques voisins*. Pour que l'hypothèse soit admissible, il faut donc que la cuvette soit, à l'endroit où elle s'arrête ainsi, beaucoup moins profonde qu'elle ne paraît, c'est-à-dire qu'elle se soit creusée à un point où le Crétacé reposait directement ou presque directement sur le Trias ou sur l'Infralias ; c'est-à-dire qu'il faut admettre, avant la formation de la cuvette synclinale, l'existence d'une grande faille horizontale, qui aurait supprimé tous les terrains intermédiaires. Il y aurait donc eu en tout cas, sur l'emplacement actuel du massif, de grands déplacements horizontaux, preuve indirecte que le pli couché qu'on retrouve à l'est et à l'ouest, et qui semble ici interrompu, a aussi fait sentir ses effets sur cet emplacement.

C'est là une conséquence importante : elle permet, dans cette nouvelle hypothèse comme dans la première, de rétablir la continuité presque rectiligne de la large bande, sur laquelle se sont produits les déplacements horizontaux vers le Nord ; elle permet de relier l'un à l'autre, malgré la lacune apparente qui les sépare, le pli de la Sainte-Beaume et le pli de l'Étoile.

Il est facile de voir que la cuvette synclinale d'Allauch, ainsi comprise, se rattacherait à une série de plis transversaux, orientés suivant la direction de la bande triasique de la vallée de l'Huveaune, celle-là même qui semble couper et arrêter brusquement le pli de la Sainte-Beaume. On arriverait donc à reconnaître en Provence l'existence d'un second système d'ondulations, obliques et postérieures aux plis principaux, comparable aux ondulations transversales qui, dans le bassin de Paris, se disposent perpendiculairement aux plis du pays de Bray et de la vallée de la Seine.

On voit que des conséquences importantes, tant pour la Géologie générale que pour celle de la Provence, se trouveraient liées à une explication définitive des anomalies du massif d'Allauch. L'hypo-

thèse des ondulations transversales sera spécialement à poursuivre par de nouvelles études, et elle pourra peut-être donner la clef des sinuosités apparentes reconnues dans les plis de la Provence.

Le massif d'Allauch présente une dernière singularité : c'est l'existence de lacunes importantes et tout à fait locales dans la série crétacée qui le surmonte. Ces lacunes ont été jusqu'ici attribuées aux phénomènes mêmes de sédimentation ; les grandes poussées horizontales qu'il faut également invoquer dans les deux hypothèses discutées, permettent avec plus de vraisemblance d'expliquer ces lacunes par des actions mécaniques et par des glissements des bancs les uns sur les autres.

M. Douvillé présente, au nom de M. Parandier, des « *Profils géologiques des diverses tranchées du chemin de fer de Dijon à Chalon* » (1).

Le Secrétaire dépose sur le bureau les notes suivantes :

Description de quelques mollusques fossiles du terrain lacustre des Baux (Bouches-du-Rhône), par M. Caziot.

Dégagement de gaz terrestres, par M. Tardy.

Note sur trois nouvelles Bélemnites sénoniennes (2), par M. Charles Janet.

Sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales (3), par M. Stuart Menteath.

Correspondance

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 3 Juin.

M. Gosselet annonce à la Société que la Société Géologique de France vient de décerner à M. Ch. Barrois le prix Fontannes, qui se

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 794.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 716.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 722.

compose d'une médaille et d'une somme de 1,000 fr. M. Barrois fait don de cette somme à la Société Géologique du Nord.

M. **Cayeux** fait connaître les principaux caractères des cristaux de rutile, d'anatase et de brookite qu'il a recueillis dans presque toutes les craies turoniennes et sénoniennes du Nord.

Il fait ensuite connaître la répartition des ordres de Spongiaires représentés dans les mêmes craies.

Le même membre signale l'existence de Diatomées dans l'Yprésien du Nord. Il les a reconnues dans l'argile des Flandres (faciès des sables de Mons-en-Pévèle), où elles sont très rares, et dans une sorte de tuffeau relevant du Panisélien, où elles sont beaucoup plus nombreuses.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 22 Juin 1891

PRÉSIDENCE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. J. Bergeron, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. A. Gaudry offre, au nom de l'auteur, un mémoire de M. Capellini, ayant pour titre : *Zifoidi fossili e il rostro di Dioplodonte della Farnesina presso Roma.*

M. Porte envoie à la Société une brochure dont il est l'auteur et ayant pour titre : *Nouvelles recherches sur les gisements houillers de la Nouvelle-Calédonie.*

M. G. Ramond offre en son nom, à la Société, un article sur la Nouvelle-Zélande, qui a paru dans la Feuille des Jeunes Naturalistes.

M. Zeiller présente, au nom de M. Squinabol, le manuscrit d'une note *Sur quelques types de Monocotylédonées de Sainte-Justine et Sassello* et demande son insertion dans le Bulletin de la Société. — La question est renvoyée devant le Conseil (1).

M. Lodin expose les raisons qui doivent, à son avis, faire admettre que les gîtes calaminaires se sont formés par sulfatation de gîtes sulfurés préexistants et précipitation des sulfates ainsi formés par l'action des épontes calcaires (2).

A l'appui des arguments tirés de la structure générale des gîtes,

(1) Par décision du Conseil en date du 24 juin, cette note a été insérée dans les Notes et Mémoires, p. 771.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 783.

il fait connaître les résultats d'expériences de laboratoire, établissant que :

1° Les sels solubles de zinc, en dissolution étendue, ne sont précipités ni par le calcaire, ni par la dolomie.

2° Le sulfate de zinc, en dissolution concentrée, est précipité presque complètement par le carbonate de chaux, avec formation de sulfate de chaux et d'hydrocarbonate de zinc.

3° Dans les mêmes conditions, la précipitation est nulle avec la giobertite, très faible avec la dolomie.

M. Lodin montre que les réactions ci-dessus permettent d'expliquer les circonstances principales de la formation des gîtes calaminaires.

M. G. Dollfus compare les conclusions du mémoire de M. Ladrière sur les Limons, à la classification du Quaternaire établie par Belgrand; il discute ces conclusions et fait remarquer que M. Ladrière ne tient pas compte des faunes.

Une discussion s'engage à propos de la position relative des différentes faunes quaternaires entre MM. **A. Gaudry, de Mercey, Bertrand, Boule et Munier-Chalmas.**

A l'occasion de cette discussion, M. Dollfus présente quelques observations sur le mode de creusement des vallées.

M. de Mercey fait une communication sur les gîtes de phosphate de chaux de la Picardie (1).

M. A. Lacroix fait une communication *Sur les roches à leucite de Trébizonde* (2) et une communication *Sur quelques roches d'Arménie* (3).

M. Munier-Chalmas fait une communication sur les terrains jurassiques de Normandie. Il ajoute quelques faits nouveaux aux remarquables études de Deslongchamps.

Aux environs de May les terrains jurassiques débutent par la zone supérieure du *Liasien*, caractérisée par *Amaltheus margaritatus*, *Spiriferina Tessoni*, etc., de nombreux *gastropodes*, etc.

Le Toarcien présente à sa base des calcaires à Crinoïdes avec petits lits d'argile rouge intercalés, dans lesquels on rencontre pour la première fois *Harpoceras serpentinum* d'Orb. (non Reinecke) et de nombreuses formes d'Ammonites voisines de *Harp. radians* d'Orb.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 732.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 854.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 741.

(non Reinecke). C'est à ce niveau que l'on rencontre principalement les Brachiopodes suivants: *Koninckella* M. Ch., *Cadomella* M. Ch., *Eudersella* M. Ch., *Davidsonella* M. Ch., etc. Ces genres se retrouvent en Angleterre au même niveau. Cependant dans l'Indre (Les Granges) ils apparaissent déjà en partie dans le Liasien supérieur. — Le Toarcien terminal est représenté en un seul point des carrières de May par les couches à *Harp. opalinum* et *H. Aalense*.

Le Bajocien inférieur présente à sa base des calcaires qui correspondent aux véritables assises à *Harpoceras Murchisonæ* (1) Sow. d'Angleterre avec *Am. scissus*. Il se termine par la zone à *Harp. concavum* Sow. qui a été souvent confondue avec la zone à *Harp. Murchisonæ*. Cet horizon présente comme en Angleterre toute une série de variétés d'Ammonites qui dérivent de *Harp. concavum* et qui ont été considérées comme espèces distinctes par M. Buckmann (*Lioceras decipiens*, *L. apertum*, *Ludwigia rudis* Buckmann). Il faut encore signaler à ce niveau la présence du genre *Zurcheria*, etc., etc.

Le Bajocien moyen présente aux environs de Bayeux, une zone caractérisée par *Soninia Sowerbyi*, *Son. patella*, *Stephanoceras Baylei*, *Steph. Bigoti* M. Ch. (2), *Sphæroceras Sauyei*. La partie supérieure du Bajocien moyen n'a pas encore été jusqu'à présent rencontrée en Normandie. En Souabe elle est bien développée; elle est représentée par la zone à *Soninia Romani*, etc. M. Haug l'a retrouvée dans les Basses-Alpes.

Le Bajocien supérieur commence avec les assises classiques à oolites ferrugineuses à *Parkinsonia Parkinsoni*, *Cosmoceras Garantianum*, *Cosm. Niortense*, *Oppelia subradiata*, *Stephanoceras subcorona* Opp.

Au dessus de cet horizon se montrent des couches calcaires renfermant, aux environs de Port-en-Bessin, de nombreux spongiaires. Ces assises contiennent à la base quelques ammonites de la zone à *Oppelia subradiata*, mais vers le haut apparaissent quelques formes nouvelles appartenant aux genres *Oppelia*, *Perisphinctes*, *Æcotraustes*. Il existe notamment une espèce très voisine de *Per. procerus*. Il y a donc à la limite du Bajocien et du Bathonien un horizon particulier encore peu ou pas connu.

M. Munier-Chalmas termine par l'étude du Bathonien supérieur de Lyon-sur-Mer.

Le Cornbrash est représenté dans cette localité par des couches qui ont été rapportées à tout le Callovien. On trouve: 1° à la base

(1) — *Am. Haugi* Douvillé.

(2) Le type de cette espèce provient de Bayeux.

des argiles ou des marnes à *Rhynchonella major*, *Terebratula intermedia*, *Zeilleria digona*, *Eudesia cardium*; — 2° vers la partie moyenne des calcaires marneux à *Homomya gibbosa*, *Perisphinctes procerus* et une espèce d'Ammonite presque identique à *Am. Hochtetteri* Opper, du Cornbrash d'Angleterre; — 3° des bancs de calcaire marneux assez dur avec *Avicula echinata*, *Zeilleria obovata*, *Zeilleria cardium*.

M. **Munier-Chalmas** fait une seconde communication relative à l'équivalent marin du Calcaire lacustre de Brie. Il a déjà signalé depuis longtemps dans les environs d'Argenteuil (Buttes de Sannois et d'Orgemont) la présence, au dessus des marnes vertes, de couches marines qui se répartissent ainsi :

1° Couches lenticulaires de gypse.

2° Alternances de marnes marines renfermant soit des espèces tongriennes (*Cerithium plicatum*, *Cer. conjunctum*, *Ampullina crassatina*, *Cytherea incrassata*) soit des espèces nouvelles non encore décrites. — Cet horizon est recouvert par les marnes à *Ostrea cyathula*, *Os. longirostris*. Ces couches occupent donc la même position que le calcaire de Brie dont elles sont rigoureusement synchroniques.

M. **Stuart-Menteath** adresse une réclamation de priorité relativement à des notes de M. Seunes (1).

M. **Seunes** répond à la note de M. Stuart-Menteath présentée dans la dernière séance et à cette réclamation (2).

MM. **Rigaux** et **Douvillé** communiquent à la Société une série d'observations faites, il y a déjà plusieurs années, sur la structure des couches jurassiques le long de la limite septentrionale du massif du cap Gris-Nez (3). Sur toute cette bordure les couches forment une demi-voûte qui retombe vers le Nord et est limitée par un accident ou faille qui sépare ce massif de la région basse située au N. Cet accident, qui passe un peu au delà du cap, peut se suivre suivant une direction à peu près rectiligne jusqu'à Ausques; au-delà il s'infléchit vers le Sud et suit la rive droite du vallon dans lequel coule le Ru de Baringhen.

Dans la région abaissée au N., les couches sont peu inclinées : entre Moscou et Belledalle elles présentent un redressement local

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 753.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 826-828.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 819.

et viennent alors s'adosser contre les couches verticales qui constituent la retombée de la voute du Sud. C'est dans cette partie que M. Legay a découvert, il y a une dizaine d'années, un affleurement deux fois répété d'une couche de calcaire coralligène avec *Cidaris florigemma* et *Lima proboscidea*; cette couche a été signalée plus récemment à la Société par M. l'abbé Bourgeat. M. Rigaux a pu établir que ce calcaire coralligène était intercalé dans les couches du Virgulien moyen à *A. caletanus*, et à peu près au niveau des calcaires à ciment de la falaise au N. de Boulogne.

M. J. Lambert présente une Note sur le genre *Echinocyamus*, Van-Phelsum (1). Il propose de conserver à ce genre son caractère primitif en n'y comprenant que les petits oursins globuleux, dépourvus de cloisons internes, depuis confondus avec les *Fibularia* et les *Thagastea*, et il réintègre dans le genre *Fibularia* toutes les espèces plus ou moins déprimées, cloisonnées, notamment celle de l'Éocène des environs de Paris.

M. Ph. Thomas adresse une note sur l'Étage miocène du Sud-Est de l'Algérie et de la Tunisie, et sur la valeur stratigraphique de *Ostrea crassissima* Lamk (2).

Dans cette note, l'auteur indique l'existence probable, dans les formations tertiaires marines du Sud-Est de nos possessions barbaresques, d'une lacune allant de l'étage suessonien à l'étage helvétien, lacune correspondant à une longue période d'émersion totale, pendant laquelle la mer recula graduellement vers le Nord et le Nord-Ouest de l'Algérie; ce recul ne cessa qu'avec la grande transgression de la mer helvétique. Il est ainsi amené à examiner et à discuter la valeur stratigraphique de *Ostrea crassissima*.

M. Collot a voulu s'assurer si le *Bulimus proboscideus* d'Orgon était une variété de celui de Peynier, s'élevant dans les couches plus récentes du Bégudien ou s'il représente là les plus anciennes couches d'eau douce crétacées de la Provence (3). C'est à cette dernière conclusion qu'il est arrivé, impressionné par l'identité de l'aspect tout spécial des couches qui le renferment, à l'extrême base de la série d'Orgon, avec celles de Puylobier et Peynier. Une masse considérable de sédiments, avec faune spéciale, sépare ce fossile de l'horizon fossilifère de Rognac, bien défini aussi à Orgon.

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 749.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, t. XX, p. 1.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 736.

M. **Depéret** adresse les remarques suivantes sur le nom définitif à appliquer à l'animal de Sansan, nommé *Macrotherium* d'après les pattes et *Chalicotherium* d'après les dents et le crâne. M. Filhol, qui a le premier reconnu la nécessité d'attribuer ces différentes pièces à un même animal, vient de le décrire récemment sous le nom de *Chalicotherium magnum* sp. Lartet.

Etant sur le point de décrire des pièces de la tête et des membres d'un animal de ce groupe, trouvé à la Grive St-Alban, l'auteur a dû se livrer à quelques recherches synonymiques dont voici le résumé :

La première mention de ce type se trouve dans les *Comptes-Rendus*, t. IV, p. 88-90, 1837, où Lartet désigne les molaires sous le nom de *grand Anoplotherium*, et les phalanges sous celui de *Pangolin gigantesque* Cuvier. La même année (*teste* Blainville, *Comptes-Rendus*, 1837, t. V, p. 418). Lartet proposait pour ces mêmes os des pattes le nom de *Macrotherium gigantesque*, adopté depuis par de Blainville et par Gervais.

Au point de vue générique, la priorité du nom de *Macrotherium* (1837) n'est pas douteuse, car le nom de *Chalicotherium* Kaup (1833) s'applique à un animal d'Eppelsheim génériquement distinct du type de Sansan par ses phalanges, et qui est au moins fort voisin de l'*Ancylotherium* de Pikermi.

Quant au nom spécifique, il faut, je crois, adopter avec P. Gervais (*Zool. et pal. fr.* 1^{re} éd. 1843-52) le nom de *grande*, traduction de *grand Anoplotherium* de Lartet, et non celui de *magnum*, qui figure seulement en 1851 dans la notice de Lartet (*Anisodon magnum*) ; ni celui de *giganteum*, appliqué dès 1825 par Cuvier (*Oss. foss.*) à l'animal d'Eppelsheim.

Ainsi l'animal de Sansan doit prendre le nom de *Macrotherium grande* Lartet et celui d'Eppelsheim le nom de *Chalicotherium giganteum* sp. Cuv.

M. **Caralp** envoie une note « *Sur l'attribution au Carbonifère des Schistes à Oldhamia du pays de Luchon.* » (1)

M. **Welsch** adresse une note « *Sur les terrains quaternaires des environs de Tiaret, département d'Oran.* » (2)

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 762.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 766.

Correspondance.

SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE DE L'ISÈRE.

Séance du 24 Avril 1891

M. **Kilian** entretient la Société du tunnel du Galibier, situé à 2658^m d'altitude et des assises (Gypses, anhydrites et calcaires triasiques enchevêtrés) que la construction de ce souterrain a mises à nu.

M. **Kilian** fait ensuite une communication sur les assises supérieures du système jurassique et sur les couches inférieures du terrain crétacé.

Puis il annonce que, dans une tournée récente, faite en compagnie de M. le Professeur Renevier, de Lausanne, et de plusieurs de ses confrères, et au cours de laquelle il a relevé en détail une série de coupes échelonnées entre Chambéry et Chomérac (Ardèche), il a constaté et fait constater à M. Renevier (qui s'est déclaré pleinement d'accord avec lui) la présence réelle et constante de cette zone à *Hoplites Boissieri*, *Hop. occitanicus*, *Hop. Malbosi*, *Holcostephanus ducalis*, *Holco. Negreli*, etc., horizon qui, à Chomérac même, est bien distinct du Tithonique et nettement supérieur à la brèche de la Boissière à faune de Stramberg.

En conséquence, M. Kilian croit devoir maintenir les conclusions suivantes basées sur l'étude minutieuse de plus de trente localités du bassin du Rhône.

a) L'horizon dit de Berrias à *Am. Boissieri*, *Am. Malbosi*, *Holcostephanus ducalis*, etc., constitue bien une zone paléontologique distincte (1) et doit être conservée comme telle.

Au point de vue de la géologie locale et du levé des cartes géologiques détaillées, la réunion au Tithonique des assises berriasiennes du Sud-Est aurait des conséquences regrettables, tant au point de vue de la mise en évidence des rôles topographiques si différents qu'y jouent le Jurassique supérieur (Tithonique compris) et le Néoconien inférieur (Berriasien compris), que sous le rapport de la détermination pratique des limites. Les géologues qui connaissent tant soit peu cette région seront certainement de cet avis.

b) Il convient de rattacher cette zone au système crétacé, et cela pour deux raisons :

(1) Comme le reconnaît M. Munier-Chalmas (Compte-rendu somm. Soc. géol. de Fr.) — Mai 1890, p. LIV.

1° A cause du cachet néocomien de sa faune; disparition des *Perisphinctes*, *Aspidoceras*, *Oppelia*, *Rhacophyllites*, prédominance des *Hoplites* et des *Holcostephanus*, parmi lesquels dominant des formes voisines (quoique distinctes) de *Hoplites radiatus* et de *Holc. Astieri*.

2° Pour les raisons stratigraphiques énoncées plus haut et basées notamment sur l'intercalation à la Cluse de Chaille, d'un niveau purbeckien (1), dans le Tithonique supérieur à *Am. Lorioli* et au-dessous des calcaires subcoralligènes, dont la continuation probable passe nettement à Fourvoirie, aux couches à *Am. Boissieri* (ciment de la Porte-de-France).

M. Haug a insisté sur les liens paléontologiques étroits qui unissent les horizons de Stramberg et de Berrias.

Il serait très facile de montrer que si les relations fauniques sont grandes entre le Tithonique et le Berriasien, elles ne le sont pas moins entre ce dernier et les marnes valanginiennes à *Hoplites Roubaudi* et *neocomiensis*, dont il est souvent fort difficile de le séparer, la distinction entre certains *Hoplites* berriasien et les adultes du groupe de *Hoplites neocomiensis* étant des plus délicates et les espèces communes aux deux horizons étant assez nombreuses. Le calcaire de l'Echaillon correspond, ainsi que le montrent à l'évidence le mélange des faunes (Aizy, la Boissière, le Claps-de-Luc) et la petite lentille de Chevallon, ainsi que les Ammonites qu'il contient, au Tithonique; sa partie supérieure, moins fossilifère et moins crayeuse, n'est autre chose que l'horizon coralligène berriasien de Fourvoirie, qui serait soudé ici par la base en un seul massif au Coralligène Tithonique à *Cidaris glandifera* et *Rhabdocidaris caprimontana* (associés à l'Echaillon dans les mêmes bancs). — Les bancs si curieux à *Ostrea* aff. *Couloni* de l'Echaillon-les-Bains, dont la faune mérite d'être étudiée de plus près et qui séparent les formations réciformes de l'Echaillon, du Calcaire valanginien (Calc. du Fontornel), appartiendraient au niveau des Marnes à *Hopl. Roubaudi*, dont elles seraient un faciès littoral.

(1) Le Purbeckien vient finir en biseau au niveau du Tithonique supérieur à la Cluse de Chaille; mais plus au Nord, où il est plus épais, il peut très probablement correspondre à la fois à l'horizon de Stramberg (Portlandien supérieur) et à celui de Berrias, comme en Angleterre le Wealdien remplace, suivant les localités, tantôt le Valanginien, tantôt l'ensemble des assises néocomiennes inférieures à l'Haute-rivien. — Dans le cas présent, il importe surtout de constater que le changement de faciès a eu lieu dans le N. de l'Isère et la Savoie, dès le *Tithonique supérieur*.

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE L'OUEST
DE LA FRANCE, MUSÉUM DE NANTES

Séance du 5 Juin 1891

M. Cotteau envoie un mémoire sur les Echinides rencontrés dans les couches tertiaires éocènes de la Loire-Inférieure et de la Vendée. — Les espèces signalées sont au nombre de vingt-quatre. Parmi elles, quatorze sont propres à la région ; dix espèces, et ce ne sont pas les moins intéressantes au point de vue stratigraphique, avaient déjà été indiquées soit dans le bassin de Paris, soit dans l'Eocène du Sud-Ouest de la France (Charente-Inférieure et Gironde). Quatre espèces, et certainement des plus caractéristiques, *Maretia grignonensis*, *Pygorhynchus Gregoirei*, *Echinanthus Issyaviensis* et *Lenita patellaris* ont existé à la fois dans l'Eocène du bassin parisien et dans l'Eocène de l'Ouest. Trois espèces, *Pygorhynchus Desnoyersi*, *Echinolampas Francii* et *Sismondia Occitana* rattachent les dépôts du Cotentin à ceux de l'Ouest ; une de ces espèces, *Sismondia Occitana*, vivait à cette même époque en grande abondance dans les mers éocènes du Sud-Ouest. Indépendamment du *S. Occitana*, trois espèces sont communes entre les dépôts de l'Ouest, *Euspatangus Croizieri*, *Schizaster Archiaci* et *Cidaris Lorioli*.

Ces espèces suffisent pour établir les rapports qui existaient, à l'époque éocène, entre les diverses mers recouvrant ces régions.

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

Séance du 22 Juin

M. Depéret annonce la découverte, dans le bassin de la Saône, de deux gisements nouveaux de Mammifères miocènes, de l'âge de la faune de la Grive-Saint-Alban (Isère) et de Sansan. L'un de ces gisements est à Gray (Haute-Saône), dans les fentes de rochers de la caserne de cette ville ; l'autre au Mont-Ceindre, près Lyon.

Le gisement de Gray a fourni le *Steneofiber Sansaniensis*, petit castoridé de Sansan encore inconnu dans le bassin du Rhône, le *Lagomys Meyeri* et le *Talpa telluris* de la Grive. Le gisement du Mont-

Ceindre, plus riche, contient presque toutes les petites espèces de la Grive, y compris le petit ruminant nommé *Micromeryx Flourensianus* et des dents isolées du *Dicrocerus elegans*.

Ces découvertes attestent l'extension considérable dans le bassin du Rhône et de la Saône de ces phénomènes de remplissage de fentes par des argiles rouges à minerai de fer pisolithique, qualifiées autrefois de *sidérolithiques* ; seulement le sidérolithique de cette région date de l'époque langhienne, ainsi que l'atteste la faune d'animaux terrestres enfouis au milieu de ces argiles.

UNE EXCURSION GÉOLOGIQUE DANS LES MONTAGNES ROCHEUSES

Notre confrère M. **Emm. de Margerie** nous communique, au nom du Comité d'organisation du *Congrès géologique international*, dont la 5^e session aura lieu à Washington (États-Unis), du 26 août au 2 Septembre prochain, le programme détaillé de l'excursion spéciale dans les Montagnes Rocheuses, projetée pour la clôture du Congrès. Cette excursion promet d'offrir le plus vif intérêt pour les géologues venus d'Europe : ils pourront ainsi faire connaissance *de visu*, et dans des conditions scientifiques et financières exceptionnelles, avec quelques-unes des merveilles que les travaux des savants américains ont rendu justement célèbres dans le monde entier.

Le départ de Washington aura lieu le 3 Septembre, par train spécial, composé exclusivement de *Pullman-Cars*, formant un véritable hôtel ambulant, pourvu de tout le confort nécessaire (lits, cabinets de toilette, fumoir, salle de lecture, salle de bains, salon de coiffure), tous les wagons communiquant d'une manière permanente. Ce train promènera les voyageurs dans toutes les parties de l'itinéraire où existent des voies ferrées, sa marche étant en outre réglée de façon que les principaux passages soient franchis de jour, avec arrêts partout où il y aura intérêt à le faire. Ceux d'entre les géologues américains qui ont fait des régions parcourues l'objet spécial de leurs études, accompagneront les congressistes, et leur expliqueront eux-mêmes, sur place, la structure du terrain. L'itinéraire, sans compter les crochets, mesure près de 10.000 kilomètres, et s'étend sur 38 degrés en longitude et 12 degrés en latitude. La durée de l'excursion est fixée à 25 jours et la dépense à 265 dollars (1325 fr.)

par tête, ce chiffre comprenant tous les frais de nourriture et de voyage.

Voici l'énumération des localités les plus intéressantes, au point de vue géologique, qui doivent être visitées :

Au départ, on traversera les monts *Appalaches*, où les terrains primaires se montrent plissés d'une manière typique. Le second jour, on entrera dans la *prairie* (Indiana et Illinois), au Sud du Lac Michigan, lac dont on examinera l'ancien canal d'écoulement dans le Mississipi ; M. le Prof. Chamberlin dirigera une pointe sur les grandes moraines terminales laissées dans ces parages par les glaciers quaternaires. Le troisième jour, station aux villes jumelles de Minneapolis et de Saint-Paul, le centre de la *région du blé* ; les glacialistes auront l'occasion d'étudier l'un des chronomètres naturels de la période glaciaire, les *chûtes de Saint-Anthony*, qui interrompent le cours du Mississipi.

Le quatrième jour, traversée des grandes plaines du Dakota, avec échappée sur les *Mauvaises Terres*, si caractéristiques, du Haut-Missouri. Les voyageurs quitteront le train dans la matinée du cinquième jour, à l'entrée du fameux *Parc-National*, dans lequel ils circuleront en voiture pendant toute la durée de la semaine suivante, avec arrêts chaque soir dans les hôtels rustiques établis au voisinage des principales curiosités du pays. Les différents groupes de *geysers*, les lacs d'eau chaude et les volcans de boue, les falaises d'obsidienne, les cascades et les gorges de la *Yellowstone* et le lac du même nom seront visités tour à tour sous la conduite de MM. Arnold Hague et Jos. P. Iddings.

Le douzième jour, reprise du train, traversée de la ligne de faite des Montagnes Rocheuses dans le Montana ; arrêt à l'importante ville minière de *Butte* qui, pendant la seule année de 1890, a produit pour une valeur de plus de 130 millions de francs d'or, d'argent et de cuivre.

Le treizième jour, les touristes longeront les vastes champs de lave du *Snake River* ; ceux d'entre eux qui s'intéresseraient plus particulièrement aux phénomènes volcaniques pourront atteindre facilement les *Shoshone Falls*, où ce cours d'eau s'abaisse brusquement d'une soixantaine de mètres et s'enfonce ensuite dans une gorge de 200 mètres de profondeur, creusée au milieu des nappes successives de basalte et d'andésite. Les autres gagneront directement *Salt Lake City*, où ils arriveront dans l'après-midi du quatorzième jour, après avoir aperçu les chaînes désertes du Nord de l'Utah, compté les anciennes berges du *Lac Bonneville* et longé le rivage du représentant fort amoindri de cette nappe d'eau disparue,

le *grand Lac salé*. Un arrêt de trois jours aura lieu dans la capitale des Mormons; les excursionnistes pourront en profiter pour contempler à leur aise les paysages grandioses et désolés du *Great Basin*, et parcourir la magnifique chaîne des *Monts Wahsatch*, dont M. S.F. Emmons fera connaître la structure, tandis que M. G. K. Gilbert commentera les phénomènes ayant trait à l'histoire quaternaire de la région.

Le seizième jour, nouvelle reprise de la voie ferrée; entrée dans la région des *Plateaux du Colorado*; la branche principale de ce fleuve, le *Green River*, sera franchie dans l'après-midi. Vue des grandes falaises monoclinales et, dans le lointain, de plusieurs groupes de montagnes laccolithiques.

Le dix-septième jour, entrée dans les *Rocheuses* du Colorado, par des gorges très remarquables, fournissant de superbes coupes géologiques. Arrêt de quelques heures à Glenwood-Springs, puis à *Leadville*, célèbre localité minière d'où l'on a extrait pour plus de 750 millions d'argent et de plomb.

Le dix-huitième jour, descente de la haute vallée de l'*Arkansas*, dominée par des sommets de 4.000 mètres jusqu'à son débouché sur la grande plaine à *Cañon City*; examen de la coupe du pied de la chaîne dans les *Hogbacks* ou collines bordières. Après un court arrêt à *Puëblo* (fonderies importantes) on atteindra, le soir, *Manitou*, au fond d'une anse abritée que domine la cime altière du *Pike's Peak*; les environs de *Manitou* abondent en sites intéressants et variés (*Garden of the gods, etc.*), en gisements de minéraux rares, en localités instructives pour le géologue; on y passera la journée du lendemain, avec ascension facultative, *en chemin de fer*, au sommet du *Pike's Peak*. (4.330).

Le vingtième jour sera consacré à *Denver*, capitale du Colorado, belle ville de 130.000 habitants, d'où l'on jouit d'un admirable panorama sur le front oriental des montagnes rocheuses. De *Denver*, les plus hardis pourront repartir pour une nouvelle excursion, de dix jours ou davantage, au *Grand Cañon du Colorado* (1); M. J. W. Powell, le directeur actuel de la commission géologique des Etats-Unis, et le capitaine C. E. Dutton — les explorateurs de ces gorges fameuses — guideront en personne dans l'Arizona ceux des congressistes qui auront tenu à ne pas quitter le continent américain sans faire un pèlerinage à cette terre classique de la géologie.

(1) Le chiffre des dépenses nécessitées par cette excursion supplémentaire n'est pas encore fixé.

D'autre part, M. S. F. Emmons se mettra à la disposition des membres qui voudraient visiter plus en détail les principaux districts miniers des environs de Denver. Des billets spéciaux assureront en tous cas, *sans frais supplémentaires*, le retour à New-York de chacun des participants. Quant à ceux des excursionnistes qui préféreraient continuer directement sur l'Est, ils quitteront Denver le 21 Septembre au soir par train spécial, traverseront les grandes plaines du Kansas et du Nebraska, puis la vallée du *Mississippi* et arriveront à *Chicago* le 23 dans la soirée ; une journée sera consacrée à cette ville, puis on longera les grands lacs *Michigan, Huron* et *Erié*, à travers une partie du Canada, et l'on atteindra les *chutes du Niagara* le 25 Septembre dans la matinée. Descendant enfin la belle vallée de l'*Hudson*, les voyageurs débarqueront à *New-York* le lendemain 26 avant midi.

Le Comité d'organisation espère que de nombreux géologues étrangers voudront profiter de cette occasion unique qui s'offre à eux de parcourir l'une des parties les plus intéressantes de la surface du globe et se rendront à son appel. Les personnes qui désireraient prendre part à l'Excursion, n'ont qu'à faire parvenir à M. S. F. Emmons, trésorier du Congrès, 1330, F, Street Washington D. C. (Etats-Unis), le montant de leur cotisation de membre, fixé à deux dollars et demi, en notifiant leur intention de se joindre à la course.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE
DES
SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 2 Novembre 1891

PRÉSIDENTE DE M. FERRAND DE MISSOL, VICE-PRÉSIDENT.

Le Président fait part à la Société du décès de MM. **Fruchier**, **Liétard** et **Maillard**, survenu pendant les vacances.

Il annonce une présentation.

M. **Zeiller** (1) présente une note imprimée de M. **L. Szajnocha** sur quelques *plantes carbonifères de la République Argentine* : parmi divers échantillons de la mine de Retamito, l'auteur a reconnu *Archeocalamites radiatus*, *Lepidodendron cf. nothum*, *Lep. Pedroanum*, *Rhacopteris cf. Machanecki*, *Cordaites cf. borassifolius* et *Rhabdocarpus* (?) sp.; on peut conclure sans hésitation, l'*Archæocal. radiatus* étant surtout très nettement reconnaissable, qu'on a affaire là à la formation du Culm. Jusqu'à présent on ne connaissait dans la République Argentine que des dépôts charbonneux de l'époque rhétienne et le Carbonifère n'avait été signalé qu'avec doute dans les Andes du Chili.

M. **Zeiller** rappelle à cette occasion qu'après avoir, en 1875, fait connaître diverses plantes rhétiennes de la mine de la Ternera rapportées du Chili par M. Fuchs, il a signalé, en 1877, quelques espèces végétales du Houiller supérieur, comme récoltées également dans la même région par M. Fuchs; mais celui-ci s'est aperçu plus tard qu'il avait fait une confusion d'étiquettes et que les plantes rhétiennes de la Ternera étaient seules de provenance authentique, tandis que les empreintes houillères qu'il avait remises à l'École des

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 901.

Mines, comme recueillies par lui au Chili, venaient en réalité de Commentry ; le renseignement tiré de ces dernières doit donc être tenu pour nul et non avenu.

M. **Stanislas Meunier** envoie à la Société un volume dont il est l'auteur et ayant pour titre : *Les méthodes de synthèse en minéralogie*. Cet envoi est accompagné de la note suivante :

Jusqu'ici les ouvrages relatifs à la synthèse minéralogique se sont bornés à donner pour chaque espèce l'indication plus ou moins détaillée des méthodes de reproduction. J'ai l'honneur d'offrir à la Société un volume intitulé : *Les méthodes de synthèse en minéralogie* et dont le plan est tout différent.

Je me suis préoccupé de comparer entre eux les procédés mis en œuvre jusqu'ici par les expérimentateurs, de façon à les réduire en une classification véritable. On trouvera dans des chapitres spéciaux ce qui revient à chaque méthode et on aura en même temps un historique des diverses questions traitées. D'ailleurs la table alphabétique placée à la fin de l'ouvrage permet de retrouver pour chaque minéral l'ensemble des travaux synthétiques dont il a été l'objet.

Placé avant tout au point de vue géologique, j'ai commencé par faire le relevé des minéraux spontanés de formation actuelle et celui des synthèses accidentelles : l'expérimentation rationnelle peut alors être considérée comme une sorte de détour pour étendre à la minéralogie et à la lithologie synthétique le bénéfice que procure la considération de la célèbre doctrine des causes actuelles.

Les matières du volume dont il s'agit sont celles du cours public que j'ai professé cette année même dans la chaire de Géologie du Muséum.

M. **Albert Gaudry** dépose sur le bureau de la Société les deux premiers fascicules du second volume des nouveaux Mémoires paléontologiques qui renferment des travaux de M. de Saporta, de M. Depéret et de M. Albert Gaudry.

M. **Albert Gaudry** entretient la Société du Congrès de Washington et de l'excursion qui l'a suivi (1).

Le congrès s'est tenu du 26 septembre au 1^{er} octobre ; il a été dirigé par M. Joseph Le Comte, l'un des vice-présidents, le président, M. Newberry, étant malade. Le 2 octobre a commencé l'excursion aux Montagnes Rocheuses. 89 personnes en ont fait partie ; les deux tiers étaient des savants venus des divers pays de l'Europe. Un train spécial de chemin de fer a été mis à la disposition du Congrès

(1) Voir aux notes et Mémoires.

pendant toute la durée de l'excursion. On a été de Washington à Chicago, à St-Paul, à Minnéapolis, puis on est arrivé dans les Montagnes Rocheuses, au Parc National dont on a visité les curiosités géologiques : les terrasses de travertins de Mammoth Hot Springs, la falaise d'obsidienne, les geysers, le lac et le Canyon de Yellowstone. Ensuite on est sorti des Montagnes Rocheuses pour aller visiter les mines d'argent de Butte-City, le pays des Mormons sur les bords du Grand-lac-salé et les Book-Cliffs. On a retraversé les Montagnes Rocheuses plus au sud, passant par Newcastle, Glenwood, Leadville, Canyon-City et Manitou, où on a visité le Jardin des Dieux et d'où on est monté sur le Pike's Peak à 4312 mètres d'altitude. Les excursionnistes se sont séparés à Denver ; les uns ont été au Grand Canyon du Colorado dans l'Arizona, les autres sont revenus à New-York en passant par le Niagara. Le Congrès a fait 2500 lieues sur la terre américaine ; en ajoutant les deux traversées de l'Atlantique, cela fait un total de 5500 lieues. C'est la première fois qu'une réunion si nombreuse de savants visite des contrées aussi éloignées.

M. Albert Gaudry met sous les yeux de la Société des dessins faits par M. Marsh qui représentent quelques-unes des étonnantes créatures trouvées dans les Montagnes Rocheuses : le Brontosaurus et le Stegosaurus du Jurassique supérieur, le Triceratops de la fin du Crétacé, le Brontops du Miocène.

M. Ch. Janet (1) fait une communication sur les conditions dans lesquelles s'est effectué le dépôt de la Craie dans le bassin anglo-parisien. Les galets, assez communs dans certaines parties littorales de la formation crayeuse, deviennent extrêmement rares lorsqu'on s'éloigne suffisamment des rivages. Dans ce dernier cas ils n'ont pas été transportés par des courants, car les couches dans lesquelles ils se trouvent ont été déposées dans des eaux très calmes, ainsi que le prouvent, entre autres, les observations suivantes : 1° Les Cidaris qui se rencontrent à tous les niveaux de la Craie et qui, par conséquent, ont trouvé pendant toute la durée de la formation des conditions biologiques favorables à leur développement, ne peuvent obtenir avec leurs ventouses, cela résulte des observations de M. Prouho, qu'une adhérence *très faible*. Ils ne sauraient donc s'acclimater dans une eau agitée que si un fond accidenté leur offrait des abris, condition que le fond de la mer crétacée supérieure anglo-parisienne ne

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 903.

devait presque jamais remplir. Un courant capable d'entraîner le galet de quartzite de quatre centimètres que M. Janet a recueilli en place au contact d'un silex dans la Craie à *Marsupites* de Beauvais, aurait certainement emporté des corps aussi légers et offrant autant de prise que le *Cidaris serrata* des mêmes couches, dont le diamètre atteint quinze centimètres. Le *Cidaris perornata*, assez commun dans la Craie à *Micraster coranguinum* avec son test de six centimètres et ses radioles de treize centimètres, dépasse trente centimètres de diamètre total ; 2° La surface des fossiles de la Craie en général et des *Cidaris* en particulier, est dans un état de conservation remarquable. On retrouve en parfait état des ornements si délicates que très probablement ces fossiles n'ont été ni roulés ni usés par le frottement des particules dures, calcaires ou siliceuses que les moindres courants auraient mis en mouvement ; 3° Des paquets coprolithiques de la grosseur du poing, contenant un millier de fragments brisés qui proviennent d'une vingtaine d'espèces différentes (*Cri-noïdes*, *Astérides*, *Echinides*, *Lamellibranches*, etc.) montrent serrés les uns contre les autres, ces fragments que de faibles courants auraient été capables d'entraîner ; 4° On rencontre quelquefois, compris entre des bancs franchement crayeux, des lits argileux ayant une épaisseur régulière de quelques centimètres très nets, bien qu'ils se relient intimement à la craie voisine et pouvant être suivis, dans les falaises par exemple, sur une étendue de plusieurs kilomètres. Le moindre courant de fond à l'instant où la mer déposait les particules argileuses dont elle était momentanément chargée aurait empêché la régularité et la continuité de ces lits si étendus et si minces. La netteté et le peu d'épaisseur de ces lits argileux militent en faveur de l'opinion qui n'attribue à la mer de la Craie anglo-parisienne qu'une profondeur modérée.

La dissémination et l'état fragmentaire des fossiles de la Craie ne prouve pas l'existence de courants. Les poissons qui mangent un grand nombre d'animaux sont une cause très importante de fragmentation et de dissémination de leurs parties solides.

D'après M. Sauvage, on trouve souvent en abondance des *Echinocyamus pusillus*, des *Ophioglypha texturata* et des *Ophiocoma* chez les Soles, des *Tellina*, des *Mactra* et des *Rissoa* chez d'autres poissons, des opercules de *Buccinum undatum* chez l'*Acanthias vulgaris*. M. Janet a trouvé dans l'estomac d'un jeune carrelet de 12 centimètres de largeur, 196 crochets et par conséquent 98 petits lamellibranches tous brisés. Le coprolithe cité plus haut est remarquable par la multiplicité et la variété des fragments qui le composent. Les

Aptychus ont pu être isolés et disséminés de la même façon que les opercules de *Buccinum undatum*, le sont par l'*Acanthias* qui sait extraire le mollusque de sa coquille. Quant aux radioles isolés et aux fragments de test de *Cidaris*, ils ont été disséminés soit par les poissons, soit par l'oursin lui-même, car M. Prouho a démontré que les *Cidaris* présentent fréquemment des radioles en voie de reconstitution qui viennent remplacer des radioles perdus accidentellement, que notablement avant de mourir de mort naturelle ils laissent tomber une bonne partie de leurs radioles avant d'avoir perdu la faculté de se mouvoir et qu'enfin, lorsque la putréfaction a envahi tout le corps, le test se disloque spontanément et s'ouvre comme une grenade mûre.

Les galets trouvés dans la Craie, loin des rivages de la formation, n'ayant pas été amenés par des courants, c'est aux bois flottés dont on rencontre parfois des empreintes, avec perforations de pholades, peut-être aussi aux glaces, plus probablement aux poissons, qu'il faut attribuer leur transport. M. Sauvage a trouvé plusieurs fois des petits cailloux dans l'estomac des squales des parages de Boulogne, mais ils n'atteignaient jamais la taille du galet de la Craie cité plus haut. Dans l'estomac de squales de grande taille, Georges Bennet a trouvé entre autres choses des pots en étain et une râcle de navire.

M. Janet ne nie cependant pas l'existence de traces exceptionnelles de courants, même loin des rivages, dans la mer qui a déposé la Craie du bassin anglo-parisien. Il en cite au contraire deux exemples qu'il a examinés récemment ; mais pour lui, sans que ce soit une preuve de grande profondeur, le fond de cette mer était normalement d'une grande tranquillité et les courants qui ont laissé des traces de leur passage dans les parties éloignées des rivages étaient accidentels, assez rares et relativement de peu de durée. Cette conclusion ne peut être infirmée par la présence de débris minéraux qui, vu leur grande ténuité et leur faible proportion, ont pu être entraînés à de très grandes distances, par les moindres courants superficiels.

M. Janet termine par quelques observations sur la disposition des silex dans la Craie et en disant que des éboulements récents lui ont montré que les couches sur lesquelles repose le Tertiaire, entre Pourville et le Phare d'Ailly, appartiennent à la zone à *Marsupites*.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les notes manuscrites suivantes :

Sur la concomittence du sel gemme et de la matière organique dans les mêmes gisements, par M. **Salvador Calderon** (1).

Note sur une carte géologique de la Haute et Basse Navarre, par M. **Stuart Menteath** (2).

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 914.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 917.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE**Séance du 16 Novembre 1891**

PRÉSIDENTE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société, M. **F. J. Maingot**, 19, Lower Prince Street, Port of Spain, Trinidad, présenté par MM. Stanislas Meunier et Boursault.

M. **Gauthier** présente le 10^e fascicule des *Echinides fossiles de l'Algérie*, et le résume en quelques mots :

Ce fascicule, qui termine l'ouvrage, comprend les étages miocène et pliocène; il renferme la description de 85 espèces. Si l'on y ajoute les 26 espèces éocènes publiées dans le 9^e fascicule, on aura un total de 111 espèces d'Echinides pour les terrains tertiaires.

Les genres les plus largement représentés dans l'Eocène étaient les *Euspatangus*, les *Macropneustes* et les *Echinolampas*. Le Miocène compte 54 espèces dans notre livre; les genres les plus riches sont les *Schizaster*, les *Echinolampas* et surtout les *Clypeaster*. Nous avons décrit 27 espèces de ces derniers, chiffre qui peut paraître considérable, et qui pourtant est encore loin de comprendre la totalité des espèces connues. Mais nous n'avons pas eu à notre disposition tous les matériaux que nous aurions désirés, et il reste encore un nombre important de types qui ne sont que signalés, sans être décrits dans notre ouvrage.

L'étage pliocène présente un total de 31 espèces : les *Schizaster*, les *Echinolampas* y sont encore abondants; les *Clypeaster* n'y sont plus représentés que par trois types spécifiques. Des 15 genres cités

dans cet étage, 8 seulement vivent encore dans la Méditerranée : *Brissus*, *Brissopsis*, *Schizaster*, *Spatangus*, *Echinocyamus*, *Cidaris*, *Echinus*, *Psammechinus*. Des 7 autres, quelques-uns se sont éteints; plusieurs, les *Clypeaster*, si nombreux dans le Miocène et déjà si réduits dans le Pliocène, les *Echinolampas*, les *Anapesus* habitent aujourd'hui dans les mers plus chaudes.

Un résultat nous frappe particulièrement, c'est la diminution constante du nombre des espèces communes à l'Europe et à l'Algérie. Dans les terrains jurassiques, sur 53 espèces décrites dans notre livre, il y en avait 30 communes aux deux régions, soit 56 p. 100; dans les terrains crétacés, quoique le chiffre des types spécifiques soit bien plus considérable, car il y en a 235, il n'y a que 53 espèces communes, ou 22 p. 100; dans les terrains tertiaires, la proportion diminue encore considérablement : sur 111 espèces, nous n'en trouvons plus que 10 communes, soit 9 p. 100. Et encore, celles que nous appelons les espèces européennes proviennent presque toutes des îles de la Méditerranée ou du littoral de la Provence.

M. Cotteau offre une notice (1) sur l'*Hemipneustes oculatus* de la Craie de Ciplly et insiste sur les caractères remarquables de cette espèce, la plus grande assurément du genre *Hemipneustes*, figurée en 1823 par Drapiez, sous le nom d'*Echinite ocellé*; cette espèce n'a été depuis mentionnée par aucun auteur. Elle diffère essentiellement de l'*Hemipneustes striato-radiatus*, qu'on rencontre également à Ciplly, mais à un niveau tout différent.

Dans ce même travail, M. Cotteau passe en revue les autres espèces du genre *Hemipneustes*, au nombre de huit, et en donne la diagnose.

Hemipneustes striato-radiatus (Leske) d'Orbigny, de Maestricht et de Ciplly (Belgique); *H. Africanus* Deshayes, d'El-Kantara et d'El-Outaïa (Algérie), d'Almacères et d'Alcoy, province d'Alicante (Espagne); *H. Delettrei* Coquand, d'El-Outaïa (Algérie) et d'Almacères (Espagne); *H. Pyrenaicus* Hébert, de Mont-Saunès, Ausseing, Montléon et Gensac (Haute-Garonne); *H. Leymerii* Hébert, des mêmes localités; *H. semistriatus* (d'Orbigny) Cotteau, de Bethusac (Dordogne); *H. Marticensis* Cotteau, du Gros-Peyrou, près Martigues (Bouches-du-Rhône); *H. tenuiporus* Cotteau, de Lastuque et le Bugue (Dordogne) et de Saint-Paterne (Sarthe).

Ces trois dernières espèces sont placées par M. Pomel dans une section particulière qu'il désigne sous le nom d'*Heteropneustes*; il

(1) Extr. *Mémoires de la Société Malacologique de Belgique*, t. XXV, 1890.

nous a paru préférable de les laisser parmi les *Hemipneustes*, dont elles ne diffèrent par aucun caractère essentiel.

M. Cotteau offre une autre notice sur les *Echinides éocènes de la Loire inférieure et de la Vendée*. Vingt-quatre espèces ont été décrites dans ce travail : sur ce nombre, quatorze espèces, dont quelques-unes très communes, *Præscutella Cailliaudi* et *Scutellina Michelini* sont propres à la région et donnent à cette faune une physionomie particulière. Dix espèces, déjà connues, avaient été déjà signalées soit dans le bassin de Paris, soit dans le petit bassin du Cotentin, soit dans l'Éocène du Sud-Ouest. Ces espèces ne sont pas les moins intéressantes, car elles établissent les rapports existant, à l'époque éocène, entre les diverses mers qui recouvraient ces contrées et certainement communiquaient entre elles, puisqu'elles renferment plusieurs espèces communes.

Parmi les types les plus curieux propres à ces dépôts de l'Ouest, M. Cotteau cite le *Præscutella Cailliaudi* qu'il a fait connaître dès 1861, sous le nom de *Scutella Cailliaudi*, mais qui diffère certainement de *Scutella* par ses sillons ambulacraires, simples à la face inférieure, au lieu d'être ramifiés, et par la structure très compliquée des cloisons qui tapissent l'intérieur du test. M. Pomel en a fait, avec raison, le type du genre *Præscutella*, que M. Cotteau n'a pas hésité à adopter. L'auteur cite encore comme spécial à cette faune le *Gualtieria Heberti* Vasseur, espèce voisine du *G. Orbigny* de St-Palais, mais qui s'en distingue nettement par plusieurs caractères importants et qui a été figuré avec tous ses détails dans la *Paléontologie Française*.

M. de Boury présente à la Société une : *Etude critique des Scalidæ miocènes et pliocènes d'Italie*. Ce travail, publié dans le *Bulletino della Societa malacologica Italiana*, fait suite à la *Révision des Scalidæ d'Italie*, parue l'année dernière dans le même recueil. Ainsi que le titre l'indique, l'auteur passe en revue tous les ouvrages dans lesquels des *Scalidæ* d'Italie sont décrits ou cités, afin d'examiner si les déterminations spécifiques qui ont été données sont exactes ou non et de pouvoir les rectifier au besoin. De nombreuses communications de types faites par MM. Pantanelli, Foresti, Coppi et de Monterosato l'ont aidé dans cette tâche difficile; mais il reste encore beaucoup à faire. Un dernier envoi de M. Pantanelli lui a permis de décrire quelques formes nouvelles.

Les *Scalidæ* d'Italie viennent d'être l'objet d'importants travaux de la part de MM. de Gregorio et Sacco. Cette dernière publication,

parue tout récemment, est fort importante. Le texte est traité avec une grande érudition et les figures sont dessinées avec beaucoup de soin. Un des faits les plus saillants est le développement considérable, dans le Miocène et le Pliocène de l'Italie, du sous-genre *Sthenorytis* Conrad, qui comprend entre autres les *S. retusa* Brocchi, *S. trochiformis* Brocchi, *S. globosa* de Boury. Ce sous-genre est assez bien représenté en Amérique, où il compte cinq espèces fossiles dont une rapportée récemment de Panama par notre savant collègue, M. Chaper. Deux formes vivantes se trouvent dans les eaux américaines à de grandes profondeurs.

M. de Lapparent offre à la Société, de la part de M. Fournier, une note intitulée « *Etudes géologiques des lignes de chemin de fer du Poitou* » ; et en son nom, une brochure ayant pour titre « *La destinée de la terre ferme et la durée des temps géologiques* ».

M. Péron offre à la Société la deuxième partie de la description des fossiles des terrains créacés recueillis dans les hauts plateaux de la Tunisie, par M. Philippe Thomas, membre de la mission d'exploration de ce pays.

Cette partie, qui compose un volume de 327 pages, avec un atlas de 8 grandes planches, comprend les Pélécy-podes qui sont de beaucoup les fossiles les plus abondants. Cent quatre-vingt-une espèces sont énumérées dans ce volume. Toutes celles qui ne sont pas complètement décrites font néanmoins l'objet d'une discussion approfondie, dont le but est de bien établir l'identité de l'espèce, de rectifier les données inexactes, etc.

Au point de vue numérique, les *Ostrea* forment le genre le plus important. Malgré les travaux spéciaux de Coquand, il est resté beaucoup à faire pour la connaissance parfaite des espèces si nombreuses de ce grand genre. Les matériaux très considérables que M. Thomas a recueillis, réunis à ceux plus considérables encore que nous avons nous-mêmes accumulés, nous ont permis de mieux connaître certains types, de trouver des liens entre des formes considérées d'abord comme distinctes, de trouver des affinités restées inaperçues, etc. Nous avons été amené ainsi à faire disparaître de nos catalogues africains 21 des espèces citées par les auteurs. Malgré ces importantes réductions, il nous est resté à mentionner 47 espèces, sur lesquelles 9 étaient inconnues et ont dû recevoir des noms nouveaux.

Nous croyons utile de signaler ici que des modifications seront apportées à notre travail en ce qui concerne les exemplaires que

nous avons, avec réserve d'ailleurs, attribués à l'*Ostrea tunetana* Mun.-Chalmas. Des renseignements plus complets, que nous avons eus depuis l'impression de notre travail, nous ont montré qu'une partie de ces exemplaires provenaient du terrain tertiaire et appartenaient à une autre espèce que fera connaître ultérieurement M. Thomas. Quant aux autres spécimens, ils doivent être rattachés aux *Ostrea Heinzi*.

Nous signalons en outre, en priant nos confrères de la rectifier, une discordance de nom qui existe, pour une espèce, entre le texte et l'atlas. Les épreuves de la légende de la planche ne nous ayant pas été soumises pour le bon à tirer, cette espèce a continué à y figurer sous le nom d'*Ostrea Welschi*, tandis que dans le texte nous l'avons décrite sous le nom d'*Ostrea Bleicheri*.

Les *Ostrea*, aussi nombreux comme individus que variés comme types spécifiques, sont assez inégalement répartis entre les divers étages géologiques. C'est dans le Cénomanién, dans le Santonien et dans le Campanien qu'ils sont le plus abondants. A part quelques exceptions, les espèces restent bien cantonnées dans un même niveau. Elles sont donc très utiles pour la détermination des horizons.

Après les Huitres, ce sont les Plicatules qui dominent. Malgré nos réductions, il nous en est resté à décrire neuf espèces, dont une nouvelle, qui, toutes, sont abondantes en individus.

Parmi les genres de Pélécypodes qui ne sont habituellement représentés que par des moulages internes, nous citerons comme particulièrement abondants les *Arca* et les *Venus*.

Ces genres sont extrêmement difficiles à déterminer en raison de la multiplicité des espèces qui ont été créées ainsi sur de simples moules dont la forme générale est presque le seul caractère distinctif.

Ainsi, pour les *Venus*, Coquand, à lui seul, en a décrit 31 espèces dans le Crétacé moyen et supérieur de l'Algérie. Pour les *Arca*, il en a cité 23 espèces dont 16 nouvelles. Si on considère que, dans des terrains de faciès semblables à ceux d'Algérie, Seguenza a cité à son tour 15 espèces d'*Arca* dont 8 nouvelles, et Conrad 10 espèces nouvelles, et si on y ajoute celles décrites par Sharpe en Portugal, par M. Matheron en Provence, par d'Orbigny, etc., on se rendra compte combien il est difficile de se reconnaître au milieu de toutes ces formes dont les descriptions et même les figures sont impuissantes à faire ressortir les caractères propres.

Aussi, pour ces fossiles, nous nous sommes borné à énumérer seulement celles des espèces sur l'identité desquelles nous n'avions

pas de doutes. C'est ainsi que notre liste se trouve réduite à 6 espèces de *Venus* et à 10 d'*Arca*. Nous nous sommes bien gardé surtout d'en introduire aucune espèce nouvelle dans les catalogues déjà si surchargés.

En résumé, les espèces que nous avons examinées se répartissent ainsi qu'il suit dans les divers genres :

<i>Ostrea</i> 47	<i>Nucula</i> 5	<i>Isocardia</i> 5
<i>Chalmasia</i> 1	<i>Trigonia</i> 5	<i>Libitina</i> 2
<i>Nayudina</i> 2	<i>Cardita</i> 6	<i>Venus</i> 6
<i>Plicatula</i> 9	<i>Astarte</i> 2	<i>Dosinia</i> 5
<i>Spondylus</i> 2	<i>Crassatella</i> 4	<i>Meretrix</i> 1
<i>Lima</i> 7	<i>Cardium</i> 6	<i>Circe</i> 1
<i>Pecten</i> 9	<i>Protocardium</i> 2	<i>Unicardium</i> 1
<i>Chlamys</i> 4	<i>Apricardia</i> 1	<i>Corbula</i> 2
<i>Aricula</i> 6	<i>Caprotina</i> 1	<i>Coquandia</i> 2
<i>Perna</i> 1	<i>Sauvagesia</i> 1	<i>Lavignon</i> 5
<i>Inoceramus</i> 5	<i>Radiolites</i> 5	<i>Arcomya</i> 4
<i>Pinna</i> 1	<i>Ichthyosarcolithus</i> 1	<i>Anatina</i> 1
<i>Modiola</i> 4	<i>Cyprina</i> 8	<i>Pholadomya</i> 2
<i>Mytilus</i> 1	<i>Roudaireia</i> 1	<i>Goniomya</i> 1
<i>Arca</i> 10		

M. A. Gaudry fait une communication sur *la similitude de l'Évolution dans l'ancien et le nouveau Monde* (1).

M. Peron à propos de la présentation qu'a faite M. Gauthier du 10^e fascicule de la *Description des Echinides fossiles de l'Algérie*, communique à la Société un résumé des observations stratigraphiques relatées dans ce fascicule au sujet des terrains tertiaires moyen et supérieur du Nord africain (2).

Ces terrains ont été jusqu'ici l'objet d'une classification distincte avec terminologie spéciale empruntée à des localités types de l'Algérie. Cette classification, introduite par M. Pomel et employée par les géologues de l'école d'Alger, donne lieu, surtout pour les termes supérieurs, à des critiques très sérieuses. M. Peron fait connaître les principales de ces critiques et explique pourquoi, de concert avec ses collaborateurs, il a cru devoir abandonner cette classification spéciale pour adopter celle qui est actuellement employée par la généralité des spécialistes.

M. Munier-Chalmas, après avoir échangé quelques observations avec M. Peron, fait remarquer que le Tortonien présente deux

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 1024.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 922.

faciès très différents. Le premier correspond à la faune relativement froide des argiles de Baden et de Tortone, faune amenée sur plusieurs points de la dépression pré-méditerranéenne par les courants de l'Océan Atlantique, passant par le détroit nord bétique, comme le démontrent si bien les études de MM. Bertrand et Kilian.

Le second faciès est représenté par les assises calcaréo-sableuses de Bya (environ de Pesth) à *Scutella vindobonensis*. La faune qui caractérise ce second faciès a les plus grands rapports avec la faune helvétique, dont elle descend en grande partie.

M. Haug fait, en son propre nom et au nom de M. Kilian, la communication suivante : *Sur le pli-faille de Mouthier-Haute-Pierre (Doubs)*.

Si les plis renversés, les plis étirés et les plis-failles constituent un des traits dominants de la structure géologique des Alpes, il n'en est pas précisément de même dans la chaîne du Jura, où les plis normaux jouent de beaucoup le rôle le plus considérable.

M. Kilian et moi, dans des courses faites, en septembre dernier, pour le levé de la feuille d'Ornans de la Carte géologique détaillée, avons eu l'occasion d'étudier la faille de Mouthier, signalée déjà par Résal. L'angle rentrant que forme cette faille en traversant la vallée de la Loue nous montra tout de suite que nous avions affaire à une « faille-inverse » et, en effet, l'on voit nettement, au nord de Mouthier, la série des couches bajociennes, bathoniennes et oxfordiennes (Rauracien compris) refoulée sur le Portlandien. Les couches de ce dernier étage forment un synclinal renversé, dont le noyau est constitué par des couches crétacées, comprenant le Valanginien, l'Hauterivien et le Gault, ce dernier constitué par des sables assez riches en Ammonites. Le flanc renversé est très réduit par suite d'un étirement qui a surtout porté sur l'Hauterivien et sur le Valanginien. Les flancs du synclinal sont sensiblement parallèles à la surface de la faille-inverse. Comme, d'autre part, les couches refoulées présentent une courbure correspondant à une ancienne clé de voûte, l'on doit considérer notre faille-inverse comme un *pli-faille*, dont la fig. 84 du livre de MM. de Margerie et Heim sur « *Les dislocations de l'Ecorce terrestre* » peut donner une idée approximative. La même coupe se retrouve sur la rive gauche de la Loue. En amont de Mouthier, des dislocations locales viennent encore compliquer la coupe; c'est ainsi que, au tunnel de la route de Besançon à Pontarlier, les calcaires raura-

ciens sont redressés verticalement, tandis qu'aux célèbres sources vauclusiennes de la Loue, le Kimméridgien est de nouveau à peu près horizontal.

Le pli-faille de Mouthier se continue, vers le S. O., sur Longeville et les Granges-Maillot ; vers le N. E., sur Nods et Vanclans. Il sépare nettement deux régions très distinctes du Jura, le « Jura des Plateaux » et le « Jura des Chaînes ».

Si l'on rapproche les faits que nous avons constatés de ceux que M. Marcel Bertrand a signalés entre Besançon et Salins (1), l'on voit clairement que la deuxième de ces régions est refoulée sur la première. C'est également ce qui a lieu dans le Jura Argovien, où des refoulements analogues ont été décrits à la limite des deux régions (2) (Bötzberg, Habsburg).

M. Chaper élève des objections (3) sur deux points de géologie traités par M. Daubrée dans son mémoire intitulé : « *Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures, etc.* » Il discute l'assimilation faite par M. Daubrée, des cheminées diamantifères de l'Afrique australe, à des perforations dues à des émanations gazeuses surchauffées, ainsi que l'hypothèse qui attribuerait l'existence des *pans* à un phénomène de même nature.

M. Toucas adresse la communication suivante :

Dans le compte-rendu sommaire de la séance du 22 juin dernier, M. Kilian a publié une note, extraite d'une communication faite à la Société de statistique de l'Isère, dans laquelle il certifie avoir constaté dans l'Ardèche l'existence, entre le Tithonique supérieur (horizon de Stramberg) et le Valanginien à petites Ammonites pyriteuses, d'une zone à *Hoplites Boissieri*, *Hopl. occitanicus*, *Hopl. Malbosi*, etc., bien distincte et nettement supérieure à la brèche de La Boissière à faune de Stramberg ; il ajoute que cette couche présente un type faunique à cachet crétacé, les formes jurassiques (*Perisphinctes* véritables, *Oppelia*, etc.) ne s'y rencontrent plus, et certains types d'*Hoplites* et d'*Holcostephanus* à physionomie crétacée commencent à pulluler. M. Kilian en conclut que l'horizon de Berrias à *Hoplites Boissieri*, *Hopl. occitanicus*, etc., constitue bien une zone paléontologique distincte du Tithonique supérieur et qu'il convient de le rattacher au système crétacé. Cette opinion étant tout-à-fait opposée aux conclusions qu'il a émises dans son étude

(1) *B. S. G. F.* 3^e sér., t. X, p. 114-126.

(2) Voir : Suess, *Atlitz der Erde*, t. I, p. 150.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 943.

sur le Tithonique de l'Ardèche, M. Toucas rappelle qu'il a réuni le Tithonique supérieur au Berriasien parce que les bancs bréchoïdes, à faune mélangée de Stramberg et de Berrias (véritable Tithonique supérieur), se trouvent intercalés, à Chomérac comme à Vogué, au milieu de bancs de calcaires marneux dont la faune est entièrement berriasienne aussi bien au-dessous qu'au-dessus des brèches. A Vogué particulièrement, il est facile de constater qu'entre les calcaires gris sublithographiques du Tithonique moyen et le premier banc bréchoïde à faune de Stramberg, identique à celui de La Boissière, près Chomérac, il existe une couche de calcaires marneux renfermant la faune typique du Berriasien de Pictet à grandes Ammonites ferrugineuses comme *Hoplites Boissieri*, *Hopl. occitanicus*, *Hopl. Malbosi*, *Lytoceras Honnorati*, etc., qui occupent là incontestablement un niveau inférieur à celui de la brèche du Tithonique supérieur.

D'autre part, à Berrias et à Chandolas, où on ne rencontre plus de bancs bréchoïdes proprement dit, la faune ne se modifie pas depuis les calcaires gris sublithographiques du Tithonique moyen jusqu'aux couches valanginiennes, et on y trouve même dans les bancs les plus élevés des espèces à cachet jurassique comme *Perisphinctes transitorius*, *Rhacophyllites Loryi*, *Oppelia zonaria*. Je ne crois pas dans ces conditions qu'on puisse admettre qu'il existe dans l'Ardèche une zone berriasienne à *Hoplites Boissieri* distincte du Tithonique supérieur ; c'est un fait indéniable que cette zone succède immédiatement aux calcaires gris sublithographiques du Tithonique moyen et que dans certains gisements, comme à Vogué et à Chomérac, elle renferme des bancs bréchoïdes ou des lentilles coralligènes, dans lesquels la faune présente un mélange bien caractérisé des deux faunes de Stramberg et de Berrias. Cette différence dans le caractère de la faune est évidemment due à un faciès particulier des couches et non à un renouvellement de la faune, qui est très sensiblement la même au-dessous comme au-dessus des brèches.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les notes manuscrites suivantes :

Note sur douze coupes des Pyrénées occidentales, par M. **Stuart-Menteth** (1).

Complément d'expériences sur le rôle géologique des gaz à haute pression, par M. **Daubrée** (2).

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 929.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 933.

Correspondance

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE L'OUEST DE LA FRANCE

Séance du 3 juillet 1891.

M. A. Lacroix envoie un mémoire intitulé: «*Description des gneiss à pyroxène de Bretagne et des cipolins qui leur sont associés,*» dans lequel il étudie les nombreuses variétés de roches basiques de la partie supérieure de l'étage des gneiss de cette région.

Séance du 6 novembre 1891.

M. Ch. Baret fait une communication sur le terrain métamorphique de la Ville-au-Voy, commune du Pellerin, près Nantes. Ce terrain est représenté par des roches siliceuses dans lesquelles ont pénétré quelques-uns des éléments des roches de contact, la magnétite et l'anthophyllite; puis par un dépôt d'argile assez étendu au milieu duquel se sont formés de nombreux amas de limonite et de sidérose. La formation de la limonite a suivi la loi commune, décrite par tous les auteurs; quant au carbonate de fer, il s'est formé aux dépens du fer oxydulé assez abondamment répandu dans certaines roches de la région. La preuve bien évidente de ce fait résulte de ce que les masses de sidérose conservent encore une action légèrement magnétique et de ce que le dépôt en est localisé à la base du filon formé par la décomposition des roches à fer oxydulé dans lesquelles on peut encore voir de nombreux points noirs qui ne sont autre chose que la trace laissée par la magnétite disparue.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 7 Décembre 1891

PRÉSIDENTENCE DE M. MUNIER-CHALMAS

M. J. Bergeron, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce cinq présentations.

Par suite de la décision prise par le Conseil, dans sa séance du 12 Novembre, de faire commencer, à partir de 1892, les volumes du Bulletin au 1^{er} Janvier de chaque année, la Société est appelée à voter sur une modification au Règlement intérieur. Le paragraphe 75 ainsi conçu : *L'année sera comptée à partir du 1^{er} Novembre*, serait remplacé par le suivant : *L'année sera comptée à partir du 1^{er} Janvier*, ainsi qu'il était rédigé antérieurement à 1872.

Cette modification, mise aux voix, est adoptée à l'unanimité.

M. de Lapparent présente une note qu'il vient de publier, dans les *Comptes-rendus* de l'Académie des Sciences, relativement à la chronologie des roches éruptives de l'île de Jersey. Tout en se réservant de revenir ultérieurement sur ce sujet, devant la Société, avec les détails désirables, il croit devoir faire connaître sommairement les résultats auxquels il est arrivé après deux voyages dans l'île et l'examen microscopique d'environ 200 plaques minces de roches.

M. de Lapparent rappelle que l'intérêt de la série éruptive de Jersey réside dans ce fait que, malgré sa grande variété, elle appar-

tient tout entière à une époque géologique très étroitement définie, celle qui s'est écoulée entre le dépôt des schistes de Granville et la formation du poudingue pourpré.

La plus ancienne des roches éruptives de l'île est une *épidiorite* très polymorphe, que traverse le *granite à amphibole*, recoupé lui-même par une *pegmatite* ou *granulite* à mica noir, laquelle passe par places à une très remarquable *micropegmatite*, tandis que le granite peut passer par endroits à la *syénite*.

C'est après ces divers épanchements de profondeur qu'il faut placer la sortie des *porphyrites* et des *spilites*, souvent accompagnées de tufs porphyritiques. Ces roches sont traversées par un *orthophyre*, dont la texture et la composition établissent un passage très marqué entre le type porphyritique et le type microgranulitique. En effet, à l'orthophyre, bréchiforme sur la côte nord-est, succèdent les *porphyres pétrosiliceux* et les *pyromérides*. Bien que franchement felsitiques à l'œil, ces roches, au microscope, offrent une pâte en majeure partie cristallisée, tantôt microgranulitique, tantôt micropegmatite, tantôt sphérolithique. Elles sont associées à de nombreux tufs, qui sont de vraies éponges de silice.

Toutes ces roches sont fortement redressées et disloquées. Elles s'enfoncent sous le poudingue cambrien, qui en contient des fragments.

Plus tard sont venues des éruptions de *porphyrite micacée* et de *porphyrite amphibolique*, qui traversent le conglomérat cambrien.

M. **Vélain** offre un exemplaire de la 4^e édition de son *Cours de Géologie*, et deux brochures intitulées : *Exploration de la Laponie russe ou presqu'île de Kola. Géologie des Roches cristallophylliennes et éruptives et Progrès récents de la Géologie.*

M. **Maurice Hovelacque** offre à la Société quatre brochures relatives à la structure anatomique du stipe de *Lepidodendron selaginoides*. Ce végétal se rencontre dans la partie inférieure du terrain houiller, tant en Angleterre qu'en Westphalie. Dans la première note, intitulée : *Sur la structure du système libéro-ligneux et sur la disposition des traces foliaires dans les rameaux de LEPIDODENDRON SELAGINOIDES*, l'auteur, après avoir énuméré les divers tissus constitutifs, insiste sur la structure du bois et du liber primaires. Il montre qu'un rameau à bois primaire plein ne se transforme pas en un rameau à bois annulaire. Il établit aussi que les traces foliaires forment des séries de plusieurs termes disposées en

hélices. Le nombre de ces séries est en rapport direct avec le diamètre du point de végétation.

Dans la seconde note, M. Hovelacque donne la *Structure de la trace foliaire à l'intérieur du stipe*, depuis l'instant où cette trace se montre sous forme de mince bande tangentielle de trachées grêles, localisées à la périphérie du bois primaire du stipe, jusqu'au moment où elle sort dans le coussinet foliaire à l'état de cordon libéro-ligneux. Pendant ce trajet, l'écorce interne, qui avoisine la trace foliaire, se différencie et donne naissance, au dos de la trace, à un tissu spécial, ou parichnos, qui l'accompagnera jusque dans la feuille.

Les deux dernières notes sont consacrées à l'étude de la *forme* et de la *structure du coussinet foliaire* et de la *ligule*. Les coussinets foliaires, disposés suivant un double système d'hélices, se touchent et s'emboîtent exactement dans le voisinage de la surface du stipe. Elles ont la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire, dont la petite base, libre, représente la cicatrice foliaire. Un peu au-dessous de celle-ci, une dépression transversale, ou sinus inférieur, sépare la cicatrice de la portion inférieure du coussinet, ou talon. La cicatrice foliaire, horizontale, ayant la forme d'un triangle isocèle, laisse voir trois cicatricules : une médiane, allongée verticalement correspondant à la trace foliaire ; deux latérales, situées un peu au-dessous de la précédente, en forme de parenthèses, représentant les deux masses latérales du parichnos, divisé en deux lobes. La partie supérieure de la cicatrice foliaire est séparée de l'arête supérieure du coussinet par une portion élargie, épaissie et triangulaire de celle-ci, au milieu de laquelle est une ouverture circulaire. Cette ouverture, très petite, placée à l'angle antérieur du coussinet, n'est autre que l'orifice de la chambre ligulaire. C'est dans cette chambre, tapissée d'un épiderme spécial, qu'est enfermée la ligule. Cette dernière a la forme d'une languette triangulaire, à sommet et angles mousses ; elle est enfermée dans la chambre ligulaire et est insérée très obliquement au fond et à la face postérieure de celle-ci. La ligule de *Lepidodendron selaginoides* est dépourvue de système libéro-ligneux propre ; mais elle est mise en rapport avec la trace foliaire par une plage diaphragmatique d'éléments grêles, reliés aux fibres primitives qui sont antérieures aux trachées.

Comme suite à la communication faite dans la séance du 3 novembre 1890, M. **G. Ramond** présente à la Société un travail qu'il vient de terminer en collaboration avec M. **G. Dollfus** : le *profil géologique* du nouveau chemin de fer de *Mantes à Argenteuil*,

ligne exécutée par la « Cie des chemins de fer de l'Ouest » (1).

Grâce aux facilités accordées aux auteurs par MM. Moise, ingénieur en chef, et Bonnet, ingénieur de la construction, l'étude de la ligne a pu être suivie avec le plus grand détail. Les coupes de toutes les tranchées importantes, au point de vue géologique, et le détail des sondages ont été relevés avec soin et figureront dans la *Notice explicative* qui accompagne le profil en long.

Les formations qui ont été entamées sont comprises entre la Craie à *Micraster cor-anguinum* et le *Gypse*. Les alluvions sont puissantes dans les vallées de la Seine et de l'Oise, et des dépôts de pente ou de remaniement sont parfois très développés à flanc de coteau et dans les avalures secondaires.

Le chemin de fer de Mantes à Argenteuil a mis en évidence le relief de la Craie dans le centre du Bassin de Paris : il traverse, en effet, deux synclinaux (ceux dits « de la Seine » et « de la Marne ») et un anticlinal « celui de Vigny ». La différence d'altitude du sommet de la Craie entre les deux extrémités de la ligne ferrée est de près de 200^m, la distance directe horizontale de ces deux points est de 40 kil. environ.

M. G. Ramond dépose sur le bureau de la Société une note intitulée « Esquisse géologique de l'aqueduc de dérivation vers Paris, des sources de la *Vallée d'Avre* » (2).

Grâce aux facilités qui ont été accordées à l'auteur par l'un des ingénieurs chargés de la direction des travaux, M. R. Legouéz, une étude préliminaire de cette grande entreprise a pu être suivie en quelques semaines.

M. Ramond se propose de faire du sujet une étude complète ; mais il ne pourra en publier les résultats qu'après l'achèvement de tous les terrassements.

Les terrains traversés par la nouvelle dérivation appartiennent au *Crétacé supérieur*, au *Tertiaire* (Eocène et Oligocène), au *Quaternaire* et aux dépôts récents, en d'autres termes, aux terrains parisiens. La partie la plus intéressante du tracé, au point de vue géologique, est comprise dans le département de Seine-et-Oise, entre Houdan et Saint-Cloud, en passant par les communes de Tacoignières, Orgerus, Flexanville, Villiers-le-Mahieu, Auteuil (Seine-et-Oise), Autouillet, Saulx-Marchais, Beynes, Villiers-Saint-Frédéric, Saint-Germain-la-Grange, Plaisir (près de Grignon), Les

(1) Voir aux Notes et Mémoires, p. 978.

(2) Voir aux Notes et Mémoires, p. 953.

Clayes, Villepreux, Fontenay-le-Fleury, Saint-Cyr-l'École, Versailles (grand parc), Trianon, Le Chesnay, Vaucresson, Marnes, Garches et Saint-Cloud ; sur les hauteurs de Montretout est construit le réservoir d'arrivée des eaux.

Les étages géologiques traversés sont :

Terrains remaniés et *Terrains de transport* (Alluvions anciennes et modernes ; limons et loess ; dépôt de pente ; argiles à silex, argiles à meulières).

Sables supérieurs (de Fontainebleau), *Marnes à huîtres* et couches marines inférieures aux sables.

Meulières-caillasses de Briet Calcaires marneux équivalents ; *Marnes vertes*.

Marnes supérieures gypseuses (de diverses couleurs) ; Gypse (lits discontinus).

Assise siliceuse de la base du gypse.

Calcaire, marnes et silex *de Saint-Ouen*.

Sables (calcareux) et *Grès moyen* (de Beauchamp).

Calcaire grossier (caillasses, moyen, supérieur) très développé.

Sables du Soissonnais.

Argiles plastiques et niveaux siliceux subordonnés.

Craie de Meudon.

— à *Micraster cor-anguinum*.

M. Le Mesle fait la communication suivante :

Je m'occupe, pour le moment, en vue d'une publication spéciale, à réunir les éléments de la faune jurassique de la Tunisie ; les documents sont nombreux et généralement dans un bon état de conservation ; il y a d'intéressants rapprochements à faire entre les espèces de l'extrême-sud de la Régence et celles de nos gisements classiques de la Haute-Marne, du Boulonnais, de la Normandie et des Charentes ; cependant, et peut-être bien pour cette raison, le synchronisme des niveaux est difficile à établir, mais l'ensemble est évidemment kimméridgien.

Sous ces couches fossilifères bien déterminées et en concordance absolue, on trouve des grès, des calcaires, des dolomies, des sables dont l'ensemble peut être évalué à plus de huit cents mètres ; je n'ai pas eu la chance d'y trouver de restes organisés me permettant de les classer dans la série.

Au-dessous, et toujours concordants, existent des gypses stratifiés d'au moins cent mètres d'épaisseur ; j'ai pu suivre cette couche, bien réglée, sur plus de 25 kilomètres ; on y trouve quelques rares plaquettes avec de petits Pélécy-podes rappelant les *Pellatia* et des

Gervilleia que l'on serait tenté d'assimiler à quelque type du Trias.

Ces gypses reposent régulièrement sur des grès rouges plus ou moins fins dans lesquels je n'ai observé que des « ripple marks » et des pistes d'Annélides et de Crustacés.

Le niveau des bois silicifiés, depuis longtemps signalés dans la région, se trouve sûrement à la base des couches fossilifères du Kimméridgien (1).

Quant au Jurassique fossilifère du nord et du centre de la Tunisie, Bou-Kournéin, Ressas, Zaghouan, Djougar, etc., il appartient à un niveau moins élevé, c'est-à-dire à l'Oxfordien supérieur zone à *Ammonites tortisulcatus* et *transversarius*; j'y ai recueilli ces deux types associés à beaucoup d'autres et, chose curieuse, à trois espèces d'Echinides que l'on trouve réunies dans l'intéressant gisement de Ginaservis, près Aix, si bien étudié par M. Collot; ce sont : *Cyclolampas (Collyrites) Voltzi*, *Collyrites friburgensis*, *Pleurodiadoma Stutzi*.

Correspondance

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 4 Novembre 1891

M. Gosselet donne lecture d'une lettre de M. de Lapparent dans laquelle il proteste de nouveau contre l'emploi du qualificatif *terrigène* appliqué par M. Cayeux à la Craie du bassin de Paris.

M. Cayeux répond que pour se servir des termes créés par MM. Murray et Renard, il faut choisir entre *terrigène* et *pélagique*, et que rien n'autorise le choix du second qualificatif. Il insiste sur ce fait que MM. Murray et Renard ont fait ressortir l'analogie que présente la Craie avec les formations *terrigènes* actuelles.

Le secrétaire donne lecture d'une lettre de **M. Rabelle** sur une sépulture de l'âge de la pierre polie à Rouvroy (Aisne).

M. Ladrière communique à la Société une étude détaillée sur le Quaternaire des environs de Mons.

(1) Ces bois, malgré une grande analogie de faciès, ne doivent pas être confondus avec ceux du Cherichira qui sont tertiaires.

M. **Gosselet** fait connaître la série des terrains rencontrés dans un sondage du Pas-de-Calais.

Puis il établit par une coupe très nette que le Bief à silex ne s'est pas formé sur place, mais qu'il a été transporté plus ou moins loin de son point d'origine.

Séance du 18 Novembre 1891

M. **Malaquin** communique une Note sur la présence de Vertébrés dans l'Eocène inférieur du Nord de la France. L'auteur donne la coupe des terrains landéniens où le gisement est situé; puis il examine rapidement les débris de Poissons (Sélaciens), Reptiles (Crocodiles) et Oiseaux. Les Mammifères sont représentés par le genre *Coryphodon*. Les restes consistent en dents, molaires et canines, et quelques fragments d'os, fémur, vertèbres, etc. Ce *Coryphodon* se rapproche beaucoup de *C. eocenus* (Owen et Hébert), mais la taille en paraît plus grande. L'auteur se réserve de revenir sur cette question.

M. **Cayeux** entretient la Société de l'existence de nombreux *Radiolaires* dans le Jurassique et dans l'Eocène du Nord de la France.

COMPTE-RENDU SOMMAIRE

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 21 Décembre 1891

PRÉSIDENCE DE M. A. GAUDRY, ANCIEN PRÉSIDENT

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société MM. **Albin Curet**, Conseiller à la Cour d'appel d'Aix, présenté par MM. Pellat et Collot; **Vidal de Lablache**, Directeur des études littéraires à l'École Normale supérieure, présenté par MM. Munier-Chalmas et Bertrand; **Le Roux**, Directeur du Musée d'Annecy, présenté par MM. Munier-Chalmas et Haug; **Racowitz**, Licencié ès-sciences, présenté par MM. Munier-Chalmas et Haug; **Cayeux**, Licencié ès-sciences, présenté par MM. Michel Lévy et Bertrand.

Le Président donne lecture de la lettre suivante qu'il vient de recevoir de M. Daubrée :

MONSIEUR ET HONORÉ CONFRÈRE,

J'ai l'honneur de vous annoncer la mort de deux des plus anciens Membres de la Société géologique, de nationalité russe.

Le Comte **Alexandre Grigorievitch Strogonoff**, Aide de camp général, Membre du Conseil de l'Empire, est mort à Odessa, dans sa 97^{me} année, le 2 août (style russe) 1891. Né le 31 décembre 1795, il était Membre à vie de notre Société depuis 1845. Il avait dirigé, à titre de Président, de 1824 à 1844, la Société minéralogique de Saint-Petersbourg.

Le Comte **Alexandre Andreievitch Keyserling**, né en Courlande le 15 août 1815, est mort le 8 mai 1891 (style russe), dans sa résidence de Rai-Küll, après avoir appartenu à la Société géologique de France depuis 1842, c'est-à-dire depuis près de 50 ans. Les travaux du Comte Keyserling, sans parler de ceux qu'il a exécutés avec Murchison et de Verneuil, sont trop importants, pour que je les rappelle dans cette lettre.

Agréez, etc.

Le Président, au nom de la Société, s'associe au deuil qui frappe les géologues russes.

M. **Boule** offre à la Société un numéro de la Revue scientifique dans lequel se trouve un compte-rendu fait par lui du Congrès géologique international tenu en août dernier en Amérique.

M. **A. Gaudry**, en présentant deux notes de M. **Forsyth Major**, s'exprime ainsi :

J'ai l'honneur d'offrir à la Société géologique, au nom de M. Forsyth Major, deux notes sur la faune du Miocène supérieur dans l'île de Samos. La Société sait que cet habile paléontologiste a découvert à Samos une riche faune de vertébrés. Il en donne la liste dans sa première note. La plupart des espèces sont semblables à celles de Pikermi. Mais il y a aussi des formes nouvelles, notamment un genre *Criotherium* voisin des Ovidés et un édenté qui appartient au genre *Oryctérope* de l'Afrique centrale.

Dans sa seconde note, M. Forsyth Major discute l'âge de la faune de Samos et de Pikermi. Il y a quelque temps, j'avais présenté à la Société géologique une note sur l'âge de la faune de Pikermi et expliqué pourquoi, d'accord avec Fontannes, M. Depéret et M. de Stefani, je l'attribuais à la fin du Miocène. M. Forsyth Major donne les raisons qui lui font partager notre manière de voir, malgré l'opinion contraire de plusieurs savants habiles d'Allemagne et d'Angleterre. Cette question ne manque pas d'intérêt puisque l'époque marquée par les dépôts de Samos, de Pikermi, de Baltavar en Hongrie, du Mont Leberon en France, de Conclud en Espagne et de Maragla en Perse, est le moment où le monde animal a eu son apogée.

M. **G. Rolland** fait hommage à la Société de son ouvrage intitulé : *Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le*

Sahara de l'Océan atlantique à la mer Rouge (Imprimerie nationale, 1891) (1). (Un volume de texte, in-4°, et un atlas de planches) (2).

L'auteur y donne d'abord une description détaillée des formations du Sahara algérien, qu'il a personnellement exploré jusqu'au-delà d'El Goléa. Puis il coordonne et discute les faits géologiques qui ont été signalés çà et là, depuis un siècle, par les voyageurs, dans les diverses régions qu'embrasse la zone saharienne : Fr. Hornemann, R. Caillé, Barth et Overweg, Duveyrier, Vatonne, G. Rohlfs, L. Lartet, Nachtigal, K. Zittel, von Bary, O. Lenz, J. Roche, etc.

Cet ouvrage constitue ainsi un traité général qui met en lumière l'état actuel de nos connaissances sur la zone des déserts du nord de l'Afrique, et qui pourra guider les observations des futurs explorateurs dans cette partie du globe.

M. Marcellin Boule fait une communication sur les *Gneiss amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'Allier* (3). Il donne la description pétrographique de ces roches et il établit dans les gneiss amphiboliques plusieurs variétés. Malgré les relations topographiques des serpentines et des amphibolites, l'auteur repousse, pour les cas qu'il a étudiés, l'hypothèse consistant à regarder les premières comme des produits d'altération des dernières.

Il pense que les serpentines de la région qu'il a étudiée sont des roches altérées, se rattachant à un massif profond de peridotites. L'existence d'un pareil massif, à des profondeurs relativement faibles, est démontrée par la nature des noyaux renfermés dans les bombes volcaniques dont les anciens cratères ont parsemé toute la région.

M. J. Bergeron ne conteste pas l'origine des serpentines examinées par M. Boule; mais dans les gisements qu'il a été à même d'étudier dans le Rouergue, la serpentine se trouve *toujours* associée à des amphibolites très compactes, où le feldspath et le quartz sont relativement rares. Cette serpentine est constituée par une association de pennine et de bastite, sans aucune trace de péridot. En un seul point, au N. d'Arviu, M. Bergeron a trouvé un pointement de serpentine provenant d'une péridotite; mais alors on y reconnaît quelques cristaux d'olivine au milieu de la masse de bastite. La serpentine étant un produit d'altération, il est fort possible qu'elle dérive de deux roches primitives différentes.

(1) Extrait de la mission transsaharienne d'El Goléa, publiée par le Ministère des Travaux publics, 1890. — En vente chez Challamel, éditeur.

(2) Le même atlas se rapporte à un ouvrage complémentaire, à paraître prochainement, sur l'*Hydrologie du Sahara algérien*.

(3) Voir aux Notes et Mémoires, p. 966.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante : *Sur un nouveau gîte fossilifère helvétique*, par M. Caziot.

Il existe à 3 kilom. sud d'Avignon, à l'extrémité inférieure du petit chemin qui conduit du champ de tir à la plaine du Rhône, à l'ouest du village des Angles, un gîte très fossilifère, non indiqué sur les cartes géologiques de M. Carez et appartenant à l'horizon II^b et II^d de l'Helvétien du professeur Mayer-Eymar.

Cet horizon, accusé par une faune très riche en bryozoaires et en mollusques dont la détermination est due à la gracieuse obligeance de MM. Mayer-Eymar, Dollfus et Pergens, est constitué par 3 mètres de hauteur et 30 mètres de largeur d'argiles grises compactes, s'appuyant sur le Néocomien dont la roche est pétrie de trous d'Echinides. Une épaisseur de 0,20 c. environ sur 3 mètres de largeur est seule fossilifère. Tous ces fossiles mal conservés sont noyés dans l'argile, mêlés à des petits cailloux calcaires, anguleux, non roulés, de différentes grosseurs.

C'est un gîte essentiellement de rivage qu'il y a lieu de signaler, surtout à cause de l'abondance des fossiles qu'on y trouve enfouis. C'est une véritable colonie de bryozoaires; 35 espèces ont déjà été reconnues par le Dr Pergens qui, dans le Bulletin de la Société belge de Géologie, a représenté un tableau synoptique permettant d'embrasser d'un coup d'œil l'évolution de certains d'entre eux. Il s'y trouve aussi quelques espèces inconnues.

M. L. Carez, sans rejeter la responsabilité des omissions qui peuvent exister sur la feuille d'Avignon, fait remarquer qu'il n'était chargé sur cette feuille que du levé des terrains secondaires. C'est Fontannes qui a étudié le Tertiaire et en a déterminé les contours; c'est donc à notre regretté confrère que devraient s'adresser les observations de M. Caziot.

Il en est de même pour les environs d'Orgon, où une assez vaste surface, coloriée en G⁸, a été récemment reconnue comme tertiaire par MM. Pellat (1), Depéret et Leenhardt (2). Fontannes ayant déclaré, après une étude attentive, qu'il ne voyait dans cette région rien de tertiaire, M. Carez ne pouvait que s'en rapporter au jugement du savant spécialiste et rattacher les couches en question à la partie supérieure du Crétacé.

(1) *Compte-rendu sommaire Soc. Géol. France*, 21 mai 1891.

(2) *Bull. Carte de France*, n° 16.

Le Secrétaire donne lecture de la Note suivante : *Note sur trois horizons lacustres identiques*, par M. Caziot.

Ayant parcouru, cette année, la route de Castres à Avignon, j'ai constaté l'existence de trois horizons de faune lacustre éocène inférieure et moyenne, que je viens signaler aux géologues plus autorisés, qui peuvent en déduire certaines conclusions, certains rapprochements, qui peuvent être intéressants.

Il existe d'abord, à Castres, au rocher de Lunel, l'Éocène (moyen?) renfermant *Ariophanta occlusa* Edw., *Paludina Orbignyi* Decl., *Limnea Michelini* Def. et *Planorbis pseudoammonius* Schloth. Ce dernier est très commun dans un calcaire blanc compact, tachant les doigts.

A Clermont-l'Hérault, de l'autre côté des Cévennes, cet endroit remarquable par le contact de tant de terrains différents, on retrouve l'Éocène, recouvert en de certains points par le basalte et renfermant aussi dans un calcaire grisâtre, très compact, passant au calcaire lithographique, les mêmes *Planorbis pseudoammonius* et *Limnea Michelini*.

Enfin, à 8 kilom. O. d'Avignon, près Aramon, sur la rive droite du Rhône, près du moulin placé au sud du point marqué « mas de pipète » sur la carte d'Etat major au 80/000^e, on trouve, recouvert par les terres, mais très visible sur le chemin de desserte existant en cet endroit, un calcaire très compact, lithographique, contenant toujours le même Planorbe et la même Limnée. M. Allard, le zélé naturaliste de Tarascon, qui a procuré à M. Matheron un si grand nombre de fossiles nouveaux du Rognacien des Baux et de Saint-Remy, a découvert ce gîte dans ses promenades et y a déjà recueilli, outre les espèces que je viens de citer, un Cyclophoridé qui doit être nouveau. Je n'ai recueilli ces fossiles qu'en un seul point; mais, en poursuivant les recherches, peut-être trouvera-t-on quelques autres fossiles lacustres dans le voisinage, dans les roches qui surgissent çà et là et qui peuvent ne pas appartenir au Néocomien, ainsi que l'indique la carte géologique des environs d'Avignon, laquelle n'a pas relaté cet horizon, très difficile à rattacher au Néocomien voisin, car il est caché sous les terres cultivées. Celui-ci se relie sans doute à l'Éocène de Comps, près Beaucaire, aux assises si puissantes, renfermant de si beaux, mais si fragiles échantillons de Mélanies, Corbules et Hélix?

M. Depéret adresse la note suivante :

M^{me} Pavlow, dont on connaît les beaux travaux sur la filiation des Equidés, vient de publier dans le *Bulletin de la Société des Natu-*

ralistes de Moscou, 1891, n° 2, une note où elle critique, d'une manière très courtoise et bienveillante, les conclusions que j'ai admises en décrivant dans un Mémoire récent (*Mémoires de Paléontologie*, t. I, fasc. 4), la structure de l'*Hipparion crassum* du Pliocène du Roussillon. On sait que M^{me} Pavlow, s'appuyant à la fois sur les caractères tirés de l'étude des molaires et des pattes, rejette la forme *Hipparion* de la ligne directe de filiation du genre *Equus* qui a été, à ses yeux, réalisée par l'intermédiaire des formes américaines *Meryhippus*, *Protohippus*, *Hippidium*.

Sans méconnaître la grande vraisemblance de cette dernière hypothèse sur l'évolution des Equidés, je me suis attaché à montrer dans mon Mémoire que l'*Hipparion* pliocène du Roussillon, quoique pourvu de molaires supérieures à colonnette interne aussi isolée, à émail aussi plissé ou même plus plissé que dans l'*H. gracile* miocène, présentait par contre dans la structure très simple de l'émail de ses molaires inférieures, dans l'atrophie de leur colonnette antéro-interne réduite à l'état d'un simple tubercule sans importance, enfin dans la structure des os de ses pattes (surface articulaire proximale du métacarpien médian plus étendue ; doigts latéraux plus réduits et plus rejetés en arrière du doigt médian), une certaine *tendance* à évoluer vers le type Cheval et diminuait en tous cas la distance qui séparait l'*H. gracile* du genre *Equus*. Ce dernier pas a-t-il été réellement franchi ? ou bien la forme *Hipparion* est-elle seulement une branche parallèle des Equidés, branche éteinte dans le Pliocène sans laisser de descendants ? C'est là une question que j'indiquais dans mon Mémoire avec la plus grande réserve, en émettant l'hypothèse soit d'une origine diphylétique du genre *Equus*, soit d'un phénomène de *convergence* du type *Hipparion* et du type Cheval, considérés comme rameaux parallèles.

M^{me} Pavlow reconnaît la réalité des détails de structure de l'*Hipparion crassum*, tels que je les ai résumés ci-dessus, et ne pouvant, à ses yeux, s'expliquer l'existence d'un *Hipparion*, resté *Hipparion* par ses molaires supérieures et évolué vers le type *Equus* par ses molaires inférieures, elle suppose que je me suis trompé en attribuant au même animal les mâchoires supérieures et les mandibules trouvées en Roussillon et que ces dernières appartiennent en réalité à une espèce du genre *Equus*, les molaires supérieures seules appartenant à l'*Hipparion crassum*. Mais c'est là, à la vérité, une hypothèse tout à fait inadmissible en présence des faits suivants : des centaines de molaires isolées ou de fragments de mâchoires et de mandibules ont été recueillies par le Dr Donnezan

au fort du Serrat d'en Vacquer, dans un espace qui n'a pas plus de cent mètres carrés; parmi ces pièces, toutes les molaires supérieures appartiennent au type *Hipparion crassum* à émail très plissé, et à extrémité isolée du fût: toutes les molaires inférieures sont du type à émail simple et à colonnette réduite, tel que je l'ai figuré. Il en est de même dans les autres gisements du Roussillon. Comment admettre que M. Donnezana eu la malchance de ne pas mettre la main sur une seule molaire supérieure de ce prétendu Cheval, et de ne pas découvrir non plus une seule molaire inférieure du véritable *Hipparion crassum*! Enfin, il est arrivé à plusieurs reprises que des fragments de mandibule ont été trouvés *en connexion* avec des mâchoires supérieures, les unes et les autres semblables aux spécimens figurés dans mon mémoire. Si, comme me le reproche M^{me} Pavlow, j'ai figuré en réalité une série, de six molaires inférieures reconstituées à l'aide de dents ayant appartenu à des sujets différents, c'est que je n'avais à ma disposition, dans les mandibules plus ou moins intactes qui ont été découvertes, aucune pièce présentant, complète et en aussi bon état, la série des molaires inférieures dont je désirais faire connaître et ressortir les caractères si curieux et si intéressants.

Quelle que puisse donc être l'interprétation *théorique* qu'il faille donner aux faits de structure constatés chez l'*Hipparion crassum*, en se plaçant au point de vue de la filiation du genre *Equus*, j'ose espérer que M^{me} Pavlow voudra bien admettre l'association réelle des molaires d'en haut et d'en bas, telle que je l'ai présentée, et voir dans l'*Hipparion* du Roussillon un type plus rapproché du Cheval que ne l'est l'*Hipparion gracile* miocène. Je n'en reste pas moins très disposé à admettre, avec mon savant contradicteur, que la filiation américaine des Equidés est « des plus rationnelles et des moins contestables », ainsi que je l'écrivais dans mon mémoire.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

Séance du 14 Décembre 1891.

M. **Mermier** fait une communication sur un nouveau gisement de Pliocène marin, près de Bédarrides (Vaucluse).

Sur la Mollasse helvétique ravinée repose en discordance une couche de marne de 5^m environ d'épaisseur, renfermant *Natica Jose-*

phina, débris de *Pectunculus glycimereis* et de *Cytherea Chione*. Cette couche correspond aux *Marnes et Faluns à Cerithium vulgatum* (Fontannes).

Au-dessus se montre une assise de 15^m de sable et grès ferrugineux où l'on trouve : *Pecten scabrellus* (tr. comm.), *Pecten Bolle-nensis*, *Pecten multistriatus*, *Janira benedicta*, *Lima inflata*, *Anomia ephippia*, *Ostrea Barriensis*, *O. Perpiniana*, *O. cucullata*, *O. lamellosa*, *O. Companyoi*. — Le *Pecten scabrellus* n'a été signalé jusqu'ici, dans le Pliocène de la vallée du Rhône, qu'à Théziers (Gard) par M. Depéret.

Les *Sables et Grès de Bédarrides* correspondent aux *Sables et Grès à Pecten scabrellus de Neffiach et Millas* (Pyrénées orientales) que Fontannes a assimilés aux *Sables à Ostrea Barriensis de Saint-Pierre de Cénos* (Vaucluse).

Sur la carte géologique au 1/80.000^e, le Pliocène de Bédarrides n'est pas distingué de l'Helvétien qui le supporte. Il est recouvert par les alluvions pliocènes.

M. Roy présente un fragment de bassin d'*Hipparion gracile* qu'il a recueilli dans les sables helvétiques de Saint-Fons (Rhône). La présence de ce type confirme l'hypothèse déjà émise de l'existence en ce point d'un estuaire débouchant dans la mer miocène.

Il présente en outre un exemplaire d'*Ostrea digitalina* trouvé au milieu des cailloutis quaternaires qui ravinent la Mollasse de Saint-Fons. Cette espèce, caractérisant en général un niveau très élevé de l'Helvétien du sud-est, témoigne sans aucun doute de la dénudation d'une partie des couches miocènes de Saint-Fons par les courants quaternaires.

NOTES & MÉMOIRES

NOTES & MÉMOIRES

présentés dans les Séances

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOTE

SUR LA

FORMATION DES RESSAUTS DE TERRAIN DITS RIDEAUX (1)

par M. A. de LAPPARENT

Dans la séance du 2 juin 1890, M. Lasne a présenté à la société une note importante sur les terrains phosphatés des environs de Doullens (2). Au cours de cette note, l'auteur a été amené à parler d'un phénomène, très développé dans le nord de la France, celui des ressauts de terrain qu'on observe sur les flancs des vallées picardes, où ces accidents sont connus sous le nom de *rideaux*. M. Lasne voit dans les rideaux le résultat de mouvements qui se sont produits le long des fentes ou diaclases de la craie, et il cherche la cause de ces mouvements dans les affaissements auxquels aurait donné lieu la dissolution de la craie par les eaux des nappes profondes (3).

Depuis le jour où le phénomène des rideaux a été signalé à mon attention par mon ami M. N. de Mercey, au cours d'une excursion qu'il me fit faire en Picardie dans l'année 1866, je n'ai cessé d'étudier cette question, surtout lors des tournées qui ont précédé la publication de ma *Géologie en chemin de fer*. Si je n'en ai pas entretenu la société, c'est que, contrairement aux idées de M. Lasne, j'étais arrivé à cette conclusion, que la géologie avait fort peu de

(1) Communication faite dans la séance du 3 novembre 1890. Manuscrit déposé le même jour.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 441.

(3) *Loc. cit.* p. 482.

chose à voir dans l'affaire. Mais puisqu'on a cru devoir l'y intéresser, je me propose de faire connaître les raisons pour lesquelles l'hypothèse de M. Lasne ne saurait, à mon avis, être acceptée, au moins d'une façon générale.

Remarquons d'abord que cette hypothèse exige un terrain perméable, et en outre superposé à des masses argileuses, ou tout au moins marneuses, qui retiennent les eaux, dont la stagnation aurait pour conséquence la dissolution de la roche encaissante, et son affaissement suivant des bandes limitées par des cassures. Ces conditions sont essentiellement propres au terrain de craie, et bien que personne ne puisse vérifier l'hypothèse en ce qui concerne la dissolution invoquée, on serait peut-être sans armes pour la combattre, si les rideaux ne se produisaient que dans les vallées crayeuses de la Picardie et de l'Artois.

Mais il n'en est rien, et le nombre est considérable des régions extérieures au bassin de craie, où le phénomène n'est pas moins développé. Je citerai, entre autres, les affleurements oolithiques des Ardennes, en particulier les flancs de la vallée de la Bar, au-dessus de Cheveuge, près du débouché de la rivière dans la Meuse. Là, les ressauts de terrain, aussi nombreux et non moins réguliers que dans la Somme, affectent les calcaires du Bathonien et du Bajocien, sur un versant où il n'existe pas la moindre nappe d'eau et où il est certain qu'aucune action dissolvante spéciale n'a de raison de s'exercer. Les rideaux se suivent également dans la Meuse, où j'en ai compté de nombreuses séries entre Longuyon et la Woëvre. On les retrouve dans le département des Vosges et, loin qu'ils soient l'apanage exclusif des formations calcaires, j'en pourrais citer de bien caractérisés, quoique plus rares, les uns sur le granite, d'autres sur des argiles. A cette dernière catégorie appartiennent les rideaux qu'il est facile d'observer sur le chemin de fer de Rethel à Mézières, près de la station de Saulces, et qui affectent uniquement l'affleurement du Gault.

Le phénomène est donc bien plus général que ne l'a cru M. Lasne et réclame une explication qui convienne à des terrains totalement différents de la craie picarde.

En premier lieu, je ferai observer que les coïncidences signalées par l'auteur, entre les directions dominantes des rideaux et celles des diaclases reconnues, ne peuvent avoir, dans l'espèce, aucune signification. D'une manière générale, les rideaux dessinent l'alignement des parties de vallées sur lesquelles on les observe. Or, personne ne doute que, dans un terrain calcaire, les fissures préexistantes, par les facilités qu'elles donnent à l'œuvre de l'érosion, ne

doivent demeurer indiquées, de préférence, dans le tracé des ravinements. Si donc il peut être très intéressant, comme l'a fait M. Daubrée, de mettre en rapport les directions de fissures avec les lignes oro-hydrographiques d'une région, cela ne veut pas dire que ces fissures soient pour rien dans la formation des rideaux. Ceux-ci les traduisent, simplement parce qu'ils reproduisent les directions des thalwegs; mais cette coïncidence n'implique aucune relation de cause à effet.

Quant à la dissolution imaginée par M. Lasne, outre que cette action en profondeur me paraît assez difficile à expliquer, l'hypothèse exige qu'il y ait partout, à peu de distance du fond des thalwegs, la couche de marnes turoniennes qui retient les eaux. Cela peut être vrai pour les environs de Doullens. Mais si l'on songe que les rideaux ne sont pas moins développés dans toutes les parties de la Picardie et de l'Artois, même sur des affleurements de Craie blanche supérieure, que cent cinquante mètres et plus peuvent séparer du Turonien, il est difficile d'échapper à cette conclusion, que rien ne justifie l'action dissolvante invoquée.

Cela dit, arrivons à l'étude des particularités qui distinguent ces ressauts de terrain en dehors de la Picardie. Bien des fois il m'est arrivé, en suivant un vallon, soit dans les Ardennes, soit en Lorraine, de remarquer qu'une série de rideaux parallèles, dessinant des bandes de terrain étagées, s'interrompait brusquement pour faire place à une autre série, *perpendiculaire à la première*. Or, toujours ce changement coïncidait avec une diminution notable de la pente du versant et il était facile de voir que cette diminution avait entraîné un changement dans le mode de labourage, des bandes orientées *suivant la pente*, désormais assez faible, du versant, se substituant aux bandes, *parallèles au thalweg*, qui avaient jusqu'alors prévalu. Dès lors, il était aisé de soupçonner que l'intervention du laboureur devait être au moins pour beaucoup dans la production des ressauts observés.

Cette conclusion s'impose bien davantage, quand on passe d'une région calcaire à un pays argileux. Sur les argiles, comme on peut aisément le vérifier aux environs de Saulces, *il n'y a de rideaux qu'au bord des pièces de terre labourées. On n'en observe pas sur les prairies*. Sur ces dernières, il y a quelquefois des inégalités, résultant d'anciens glissements, ou de toute autre cause; mais ces inégalités forment des bourrelets irréguliers, interrompus, sans alignement défini. Que la charrue s'en empare et on voit immédiatement se dessiner, sur le prolongement d'un simple bossellement, un vrai rideau, rectiligne et régulier. J'ai observé, sur les flancs de

la haute vallée de la Moselle, un affleurement de granite, dont une partie était inculte, tandis que l'autre était, sinon labourée, du moins aménagée en pâturage. Un bossellement, à peine indiqué sur la première, se profilait sur la seconde en un rideau, moins bien formé que ceux des pays de labour, mais déjà bien reconnaissable.

De ces observations, et de mille autres semblables, dont l'occasion se présente à chaque pas dans le nord et l'est de la France, je tirerai cette conclusion, que *les rideaux sont tout simplement la régularisation, opérée par le labourage et la culture, de tous les accidents naturels qui interrompent la régularité de la pente d'un versant tant soit peu raide.*

En effet, lorsqu'une côte assez inclinée est livrée à la culture, il est naturel que le labourage suive, sinon les horizontales du terrain, du moins les divers alignements entre lesquels le vallon se décompose. Tout changement un peu brusque dans la pente doit conduire à diviser le versant en *terrasses* inclinées successives, chaque terrasse inférieure étant séparée de celle qui la domine par un gradin, le long duquel la charrue sera toujours maintenue, ce qui fait que la hauteur et la régularité du gradin ne cesseront de croître avec le temps.

Cette cause étant admise, il reste à savoir à quoi sont dues les inégalités primitives qui ont déterminé les ruptures de la ligne de plus grande pente. Ce peuvent être, et ce seront le plus souvent, des zones de plus grande dureté; ce peuvent être aussi des bourrelets produits par d'anciens éboulements; dans certains cas, on pourra faire intervenir aussi le glissement le long de fentes ou diaclases, sauf à chercher la cause de ces glissements autre part que dans l'effet de dissolution admis par M. Lasne, ou encore on pourra supposer que le travail du creusement du vallon ait été souvent dirigé par des éléments de diaclases. Mais ce qui est bien certain, c'est que, d'une façon générale, les lignes de pente raide à courbure absolument continue doivent être l'exception et qu'ainsi, dans des pays à stratification moyennement horizontale, comme ceux du nord et de l'est de la France, les causes de production des rideaux doivent surabonder; de sorte que, pour les mettre en évidence, le labourage n'aura que l'embarras du choix.

Il reste à expliquer deux choses: d'abord le nombre, souvent excessif en apparence, des rideaux parallèles, qui limitent des bandes de terrain d'une largeur parfois insignifiante; ensuite la localisation du phénomène dans certains pays, de préférence à d'autres où il ne se montre pas, bien que la culture y soit tout aussi développée.

La première difficulté peut paraître assez sérieuse; car bien que, sur une pente un peu raide, la division en gradins s'impose, on comprend mal que des agriculteurs n'aient pas, si la chose dépendait d'eux, fait quelques efforts pour réunir deux bandes voisines en une seule, en écrétant peu à peu la ride qui les sépare, au lieu de se résigner à labourer, pour elles-mêmes, des bandes de quelques pas de largeur.

Mais la chose s'explique si, au lieu de considérer le pays tel qu'il est aujourd'hui, on se reporte aux conditions qui ont dû marquer la prise de possession du sol par la culture. Certainement, à l'origine, le fond plat des vallées picardes devait être seul livré au labourage. Les flancs, un peu trop raides, étaient occupés par des bois. Or, partout où cette disposition prévaut encore, il est facile de s'assurer que la frontière des bois, le long des terres labourées qui les bordent, est marquée par un ressaut, que garnissent des ronces, de petits arbustes et de rares herbes. La charrue, qui en visite constamment le pied, tend à accentuer cette séparation et, de plus, à faire ébouler les terres meubles qui pourraient recouvrir le talus, et ainsi la roche (en Picardie c'est la craie tendre) y est à peu près à nu. Au contraire, nous affirmons que, *dans l'intérieur du bois*, on n'observera jamais de rideaux. Le sol y pourra présenter des inégalités; mais jamais elle n'offriront la continuité ni la régularité qui caractérisent cette sorte d'accidents.

Cela posé, la conquête des versants par l'agriculture a été certainement progressive. On n'a pas défriché d'un coup la totalité des bois. C'est par bandes successives que leur territoire a été annexé aux terres labourées et, chaque fois, on devait être conduit à s'arrêter devant un indice de ressaut, que la culture régularisait ensuite en le transformant en rideau. Et pour qui sait avec quelle patience le paysan entreprend la mise en valeur des plus petites parcelles, il n'y a pas lieu de s'étonner que ce progrès continu se traduise aujourd'hui, sur un sol définitivement dénudé, par cette multitude de rideaux parallèles qui, parfois, étonne l'observateur. Celui qui douterait de leur origine n'a, pour s'éclairer, qu'à remarquer une chose: c'est que, à la rencontre d'un bois, tous les rideaux s'arrêtent sans y pénétrer ou plutôt en s'y évanouissant de façon indistincte.

Arrivons maintenant à la seconde objection. Assurément le nombre est considérable des vallées dont les flancs devaient être occupés autrefois par des bois. Pourquoi donc le défrichement n'a-t-il pas produit partout les mêmes effets? Pourquoi les rideaux, si abondants en Picardie, dans l'Artois, dans certaines parties des

Ardennes, sont-ils rares ou absents dans tant d'autres pays du bassin de Paris ?

La réponse à cette objection nous paraît très simple. S'il est vrai, comme nous le prétendons, que tout rideau corresponde à un ressaut dans la pente d'un versant raide et continu, il faut, pour que le phénomène se produise avec quelque ampleur, d'abord que le terrain se prête, par sa nature, à la formation d'une pente à la fois assez prononcée et assez régulière, ne comportant que des inégalités de détail ; ensuite que ce même terrain soit assez homogène, sur une grande hauteur verticale, pour que des vallons de plusieurs kilomètres de longueur puissent s'y maintenir sans entamer d'autres formations. Ajoutons que des ressauts ne pourront être régularisés par la culture, sous forme de rideaux peu éloignés de l'horizontale, que si les différences de résistance du terrain se produisent à peu près sur des lignes de niveau, c'est-à-dire si les strates géologiques ne sont affectées que d'un faible plongement.

Énoncer ces conditions, c'est dire que, de tous les terrains qu'on peut concevoir, la craie est celui qui, de beaucoup, se prête le mieux à la production du phénomène. D'ordinaire, l'érosion, agissant sur des calcaires, donne naissance à des vallées aux parois abruptes, parce que l'eau, profitant de larges fissures, coule de suite aussi près que possible du niveau de base, se contentant de débiter les éboulis fournis par les parois des fentes, au milieu desquelles elle s'est ouvert un passage. Tel est le régime des masses oolithiques de la Bourgogne et de la Lorraine ; aussi n'y voit-on pas de ces pentes qui caractérisent tous les vallons de la Picardie sans exception. Quand le terrain est imperméable, les versants, formés par éboulements successifs, donnent bien une pente continue ; mais, d'une part, cette pente est trop faible pour comporter des ressauts appréciables, obligeant la culture à suivre des horizontales ; d'autre part, le labourage a peu d'occasion de façonner les terrains imperméables, presque partout réservés aux prairies.

Au contraire, la craie, quoique très perméable, se distingue des autres calcaires par son absence de cohésion qui, en Picardie du moins, comme en Champagne, la rend incapable de se dresser en falaises. Les gelées la délitent en petits morceaux, que la pesanteur entraîne, et ainsi se forment des versants continus, dont la pente est intermédiaire entre le profil si adouci des côtes argileuses et l'allure abrupte des masses calcaires. Ces versants se produisent, avec une facilité à peu près égale, dans toute l'épaisseur du terrain de craie ; et comme celle-ci est considérable, c'est dans un massif homogène que sont découpés tous les vallons picards. Il n'y a pas,

comme au centre du bassin de Paris, de ces perpétuelles variations des couches, suivant la verticale, qui rendent impossible l'établissement d'un profil régulier. Rien, sinon de petites différences de dureté, ne vient troubler la formation de la courbe du versant ; et ce seront ces différences qui, accentuées par la culture, donneront naissance aux rideaux.

On voit combien notre manière de voir diffère de celle de M. Lasne. Notre savant confrère propose une explication, à la fois mécanique et chimique qui n'est absolument applicable, et tout au plus, qu'au terrain de craie, et l'intervention de la culture n'est même pas mentionnée un seul instant dans la note que nous cherchons à réfuter. Pour nous, cette intervention est prépondérante, et nous ne demandons à la géologie que de lui fournir un point d'appui, à la condition que la cause indiquée puisse s'appliquer au cas des terrains, essentiellement différents de la craie, où M. Lasne ne paraît pas soupçonner que le phénomène des rideaux est parfois tout aussi développé qu'en Picardie. Une interruption dans le profil d'une ligne de pente accentuée et continue, voilà tout ce qu'il nous faut ; et sans repousser *a priori*, d'une façon absolue, l'influence de mouvements différentiels, accomplis le long de fractures, nous pensons que le facteur essentiel doit résider dans les différences de dureté et de résistance aux agents atmosphériques, qui ne peuvent manquer de se manifester au sein d'un massif, même homogène, de quelque amplitude.

SUR QUELQUES FALUNS BLEUS INCONNUS DU DÉPARTEMENT
DES LANDES

par M. V. RAULIN (1)

Les faluns des Landes furent explorés il y a plus d'un siècle par J. F. de Borda qui, toutefois, ne publia jamais rien à leur sujet. Ils l'ont été de nouveau par le D^r S. de Grateloup qui, après l'apparition, en 1825, de la *Description géologique du bassin tertiaire du Sud-Ouest de la France*, par B. de Basterot, publia successivement dans les *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, de 1827 à 1835, un Tableau des coquilles fossiles de Dax ; de 1836 à 1840, sept monographies d'Oursins et de Mollusques gastéropodes, et enfin séparément, de 1840 à 1847, l'*Atlas de la Conchyliologie fossile des terrains tertiaires du bassin de l'Adour. T. I. Univalves*. Il distinguait :

1^o Les faluns blancs éocènes de Gaas, reconnus maintenant tongriens.

2^o Les faluns bleus miocènes inférieurs de Saubrigues et Saint-Jean-de-Marsacq, reconnus maintenant miocènes supérieurs, et aussi nummulitiques pour quelques localités.

3^o Les faluns jaunes de Saint-Paul, miocènes supérieurs, reconnus maintenant miocènes inférieurs.

En 1861, lors de mes premières explorations pour la carte géologique des Landes, je visitai les localités classiques de ces divers faluns. En allant de Peyrehorade à Lannes je découvris des marnières ouvertes dans des faluns bleus aussi, mais dont les fossiles étaient en assez grande partie nouveaux pour moi. Ces faluns, inconnus du D^r Grateloup comme de tous les autres géologues et paléontologistes, ont été souvent explorés par moi pour en recueillir les fossiles, parce que la plus grande partie de ceux qui sont les plus abondants diffèrent de ceux des divers faluns bleus, nummulitiques, de Gaas et de Saubrigues, et jaune de Saint-Paul, dans la contrée, et constituent ainsi une faune spéciale.

Ces diverses marnières ont été visitées sur mes indications par M. Tournouër qui, avant 1870, y avait aussi recueilli beaucoup de fossiles. Il communiqua à M. Morelet une espèce nouvelle de *Ringicula* de Saint-Etienne-d'Orthe qui fut décrite en 1877 comme

(1) Manuscrit déposé le 3 novembre au Secrétariat.

provenant de l'étage éocène moyen. Cette localité a été visitée dernièrement par M. Benoist, de Bordeaux. M. Tournouër, reconnaissant l'intérêt que ces faluns présentent par la nouveauté d'un grand nombre de leurs espèces, nous convinmes, en 1869, de les décrire dans la *Statistique géologique des Landes* et dans les *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, et nous tirâmes même au sort les lots d'espèces que chacun aurait à décrire ; M. Davidson en examina les brachiopodes. Mais la guerre de 1870, suivie de l'incendie de la maison de M. Tournouër par la Commune, nous firent d'abord ajourner ce projet, dont il fut cependant quelquefois question pendant les treize années qui s'écoulèrent jusqu'à la mort de M. Tournouër en 1882.

Pour les dépôts que j'ai découverts, après avoir indiqué ceux de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq, je les ai signalés dans les termes suivants, en 1874, dans la *Statistique géologique et agronomique des Landes, Aperçu sur la constitution géologique du département*, p. 239 :

« De l'autre côté de l'Adour, il y a un dépôt de marne sableuse »
 » gris-bleuâtre qui paraît bien être un prolongement de ces »
 » faluns, lequel, des coteaux qui bordent la plaine de l'Adour, à »
 » Saint-Etienne-d'Orthe, s'avance par Houndelatte, Tauzia haut »
 » et bas, Bellevue au bas de Belus, et Peyrère, jusque dans le bois »
 » d'Orthe, sur la route de Dax à Peyrehorade, établissant ainsi une »
 » séparation entre le massif nummulitique du Nord et celui de »
 » Peyrehorade. »

En juin dernier j'ai remis, en présence de M. Fallot, mon successeur à la Faculté des sciences, et de M. Reyt, son préparateur, des fossiles de ces gisements à M. Dubalen, conservateur du Musée de Mont-de-Marsan, pour cet établissement et le Musée de Dax. Ayant alors appris que la *Statistique géologique et agronomique des Landes* avait été *soi-disant* terminée, puis livrée en 1888 au Conseil général des Landes à mon insu et sans ma participation pour les terrains tertiaires, par le collaborateur que je m'étais adjoint, j'ai pensé qu'en attendant le jour prochain où je publierai la description des terrains tertiaires de l'arrondissement de Dax, je ne devais pas différer plus longtemps d'examiner les fossiles et de dire si je conserve ma première impression de 1861 ou 1862, qu'ils ne sont qu'un faciès particulier des faluns de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq.

Les faluns des Landes, qui appartiennent donc aux différents étages des terrains tertiaires, ont été successivement déposés dans la grande mer du Sud-Ouest, comprise entre le Plateau central et la Vendée au Nord-Est, et les dernières pentes des Pyrénées au Sud.

Dans le département des Landes, leurs bordures s'avancent peu au-delà du grand fossé où coulent les Gaves et l'Adour, car le terrain crétacé constitue le sol un peu au S. de Bayonne, à Bidache, à Hastings et à Orthez. Mais la mer tertiaire renfermait des îlots crétacéo-ophitiques, comme ceux de Dax, de Pouillon, etc., dont l'un même s'était produit de Villagrain à Landiras, au S. et non loin de Bordeaux.

Le terrain éocène nummulitique, qui forme une première zone à partir du terrain crétacé, a été affecté par les soulèvements pyrénéens, et l'étage tongrien qui lui succède n'a même pas échappé à leur action, car dans la Chalosse ses assises sont toujours plus ou moins inclinées, à l'inverse de ce qui existe dans la Gironde, où elles sont horizontales; mais les terrains miocène proprement dit et pliocène sont en couches horizontales. A mesure que des Pyrénées on se rapproche du centre du bassin tertiaire, on voit dans les vallons des étages tertiaires de plus en plus récents, au-dessous du manteau général pliocène formé par le sable des Landes.

Une mer qui a succédé à la mer nummulitique formait entre Dax et Bayonne une anse limitée au N.-E. par l'îlot crétacéo-ophitique de Rivière et Pouillon, bordé par le terrain nummulitique qui s'avancait à Peyrehorade et rejoignait le bord du massif crétacéo-ophitique pyrénéen de Salies, OËregave, Hastings et Sainte-Marie-de-Gosse, en le flanquant également d'une zone contemporaine au Nord. L'ouverture de cette anse s'étendait de Rivière à Saint-Martin-de-Hinx, sur une largeur de 15 kilomètres, et son fond atteignait presque Peyrehorade, ce qui lui donnait une profondeur égale de 15 kilomètres.

Cette anse à rives nummulitiques est aujourd'hui divisée en deux par l'Adour : la partie de l'entrée, à l'O. de l'Adour, est occupée par le falun de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq; et la partie du fond, à l'E. de l'Adour, est occupée par les dépôts non encore décrits que j'ai découverts en 1861. — Les dépôts de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq sont bien connus par leurs fossiles qui les mettent en parallèle avec les dépôts néogènes du bassin de Vienne.

Le premier gisement reconnu par moi a été les petites marnières de la route de Dax à Peyrehorade dans le bois d'Orthe, à 80^m environ d'altitude; le deuxième, les grandes marnières de la métairie de Tauzia au N. d'Orthevielle, à 50^m environ, où les fossiles abondants m'avaient beaucoup frappé, et une petite au-dessus sur le chemin de Belus; le troisième est une petite marnière dans le vallon de Bellevue, au S.-E. de Belus; un quatrième, beaucoup plus

important, qui m'a fourni le plus grand nombre d'espèces est la grande marnière de la métairie de Peyrère au N.-O. de Peyrehorade, à 85^m d'altitude; un cinquième gisement enfin comprend les marnières de Saint-Etienne-d'Orthe, à 30^m environ, non loin de l'Adour.

Ces faluns, intermédiaires par leur position géographique au terrain nummulitique de Peyrehorade, contre lequel ils viennent butter, et au falun de Saubrigues, pourraient être sur l'horizon du falun tongrien de Gaas ainsi que l'ont pensé en juin dernier, à la vue des fossiles de Tauzia, quelques-uns des géologues-paléontologistes de Bordeaux, tout comme ils pourraient être des dépôts du fond de l'anse, contemporains de ceux de l'entrée, ceux de Saubrigues.

Mon impression première, n'y trouvant ni les espèces tongriennes de Gaas, ni celles du falun jaune de Saint-Paul, non plus que celles des faluns de Salles et d'Orthez, avait été de considérer ces dépôts comme un faciès particulier des faluns de Saubrigues, renfermant surtout des animaux de petite taille et dont les espèces abondantes étaient presque toutes différentes.

Laquelle des deux opinions est la véritable, c'est ce qui ne pouvait être décidé que par l'examen des espèces et la détermination exacte de celles qui se trouvent aussi, soit dans les faluns de divers âges de la contrée, soit dans les dépôts d'autres bassins dont l'âge a été bien précisé.

La marnière de Peyrère, visitée un grand nombre de fois, est celle qui a fourni le plus d'espèces: 200. Celles de Tauzia-bas, beaucoup plus grandes, et visitées aussi souvent, n'ont fourni que 90 espèces. Au bois d'Orthe, où je suis passé plusieurs fois, je n'ai recueilli que 50 espèces. Deux autres localités visitées seulement deux fois ont donné: près Peyrère, 65 espèces, et Saint Etienne-d'Orthe, 85. De Tauzia-haut et de Bellevue, où je n'ai été qu'une fois, j'ai rapporté seulement 17 et 18 espèces. Toutes ces localités n'ont ajouté que 60 espèces à celles de la marnière de Peyrère.

Le nombre total des espèces de ce nouveau falun s'élève donc à 260, ce qui constitue une faune déjà importante. Elles se répartissent ainsi à Peyrère et pour les espèces particulières aux autres localités; les espèces les plus abondantes, et par conséquent caractéristiques, sont les suivantes:

CLASSES	PEYRÈRE	STAT. DIV.	ESPÈCES ABONDANTES
Foraminifères.....	3	—	<i>Orbitoïdes</i> de 32 ^{mm}
Polypiers.....	18	5	
Echinides.....	4	—	pointes épineuses de <i>Cidarides</i> .
Bryozoaires.....	3	—	

Brachiopodes	3	—	<i>Argiope decollata</i>
Acéphales	50	40	<i>Corbula gibba</i> , <i>Arca rudis</i> , <i>A. barbata</i> , <i>A. Diluvii</i> , <i>Lucina hyatelloides</i> , <i>Cardita unidentata</i> , <i>Pecten</i> à 15 côtes, <i>Spondylus</i> à côtes.
Gastéropodes	115	45	<i>Dentalium strié</i> , <i>D. effilé</i> , <i>D. gadus</i> . <i>Natica helicina</i> , <i>Diastoma</i> voisin du <i>costellata</i> , <i>Ringicula</i> très gros, <i>Pleurotoma</i> diverses espèces, <i>Fusus bilineatus</i> , <i>Columbella subulata</i> , <i>Chenopus</i> , <i>Voluta</i> lisse, <i>Ancillaria obsoleta</i> .
Ptéro-podes	1	—	
Céphalopodes	1	—	
Annélides	2	—	

L'étude de ces 260 espèces à laquelle je viens de me livrer, en présence d'une collection de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq, avec l'*Atlas conchyliologique* du Dr Grateloup et les *Fossile Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien* de M. Hörnes, m'a fait reconnaître parmi les Acéphales et les Gastéropodes les espèces suivantes pour lesquelles j'emploie provisoirement les dénominations de ces deux auteurs. Les espèces communes avec Saubrigues et Saint-Jean-de-Marsacq sont précédées d'une astérisque.

ACÉPHALES.

* <i>Corbula gibba</i> Oliv.	* <i>Arca barbata</i> L.
* — <i>carinata</i> Duj.	* — <i>Diluvii</i> Lamk.
<i>Crassatella Hardeggeri</i> Hörn.	* — <i>lactea</i> L.
— <i>moravica</i> Hörn.	* <i>Nucula nucleus</i> L.
<i>Venus clathrata</i> Duj.	* <i>Leda nitida</i> Brocch.
* <i>Cytherea islandicoides</i> Lamk.	* <i>Lucina hyatelloides</i> Bast.
— <i>pedemontana</i> Ag.	* — <i>columbella</i> Lamk.
* — <i>erycinoides</i> Lamk.	<i>Cardita unidentata</i> Bast.
* — <i>multilamella</i> Lamk.	<i>Cardium pectinatum</i> L.
* <i>Arca Noë</i> L.	<i>Modiola marginata</i> Eichw.
— <i>rudis</i> Desh.	* <i>Chama gryphoides</i> L.
* — <i>Breislaki</i> Bast.	* <i>Plicatula mytilina</i> Phil.

GASTÉROPODES.

* <i>Dentalium Bouei</i> Desh.	* <i>Natica helicina</i> Brocch.
* — <i>badense</i> Partsch.	* <i>Neritopsis moniliformis</i> Grat.
* — <i>Michelottii</i> Hörn.	* <i>Melania spina</i> Grat.
* — <i>gadus</i> Mont.	* — <i>nitida</i> Grat.
* <i>Bulla lignaria</i> L.	* <i>Acleon pinguis</i> d'Orb.
* — <i>Utriculus</i> Brocch.	* — <i>terebialis</i> Grat.
* — <i>truncata</i> Adams.	* <i>Bonellia terebellata</i> Desh.
<i>Calyptrea chinensis</i> L.	* <i>Pyramidella mitrula</i> Grat.
<i>Emarginula clathrateformis</i> Eichw.	* <i>Turbonilla costellata</i> Grat.
<i>Natica compressa</i> Bast.	<i>Rissoina decussata</i> Mont.

- Rissoina Bruguieri* Payr.
Ringicula buccinea var. Desh.
 * *Phasianella angulifera* Bast.
Siliquaria anguina L.
Fossarus costatus Brocch.
 * *Trochus patulus* Brocch.
 * — *Audebaradi* Bast.
Xenophora cumulans Brongn.
Solarium simplex Bronn.
 — *moniliferum* Bronn.
 * *Turritella turris* Bast.
 * *Cerithium bidentatum* Defr.
 — *Duboisii* Hörn.
 — *margaritaceum* Brocch.
 * *Pleurotoma turricula* Brocch.
 * — *denticula* Bast.
 * — *cataphracta* Brocch.
 * — *monilis* Brocch.
 * — *obeliscus* Desmoul.
 * — *plicatella* Jan.
 * — *obtusangula* Brocch.
 * *Pleurotoma subtilis* Partsch.
 * *Cancellaria piscatoria* Defr.
Fusus crispus Bors.
 — *aturensis* Grat.
 — *bilineatus* Partsch.
 — *semirugosus* Bell.
 — *intermedius* Michel.
 — *virgineus* Grat.
 * *Pyrula condita* Brong.
 * — *clava* Bast.
- * *Murex exiguus* Duj.
 * — *sublavatus* Bast.
 * — *aquitanicus* Grat.
 * *Typhis horridus* Brocch.
 * — *fistulosus* Brocch.
 * *Triton doliare* Brongn.
 * — *nodularium* Lamk.
 * — *clathratum* Lamk.
 * *Ranella granifera* Lamk.
Buccinum mutabile L.
 * *Nassa pyrenaica* Grat.
 * *Terebra acuminata* Bast.
 * — *bistriata* Grat.
Cassis variabilis Bell.
 * — *striatella* Grat.
Mitra recticosta Bell.
 — *obsoleta* Brocch.
 * *Voluta Lamberti* Sow.
 * — *rarispira* Lamk.
 — *ficulina* Lamk.
Columbella scripta Bell.
 * — *subulata* Bell.
 * *Ancillaria obsoleta* Brocch.
 * — *subcanalifera* d'Orb.
 * *Erato lævis* Desh.
Marginella miliacea Lamk.
Cypræa pyrum Gmel.
 * — *amygdalum* Brocch.
 * — *europæa* Mont.
 * *Conus tarbellianus* Grat.
 * — *Dujardinii* Desh.

Sur les 260 espèces, aucune n'est commune avec les 367 espèces des terrains nummulitiques de Biarritz ou de Bos-d'Arros énumérées par d'Archiac (*Histoire* III. 226, etc.), non plus qu'avec les 230 espèces de la faune tongrienne de Gaas.

Mais il n'en est pas de même avec les faluns bleus de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq. Sur les 106 espèces de la liste précédente, 71, plus du quart de celles recueillies dans ces faluns inconnus, s'y retrouvent; les 35 autres existent presque toutes dans le Néogène du bassin de Vienne, dont la contemporanéité avec les faluns de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq ne fait doute pour personne, puisque pour les Gastéropodes seulement 108 espèces sont communes, d'après M. Hörnes.

Il me semble donc que dans l'état actuel de nos connaissances sur les terrains tertiaires du département des Landes, c'est au falun bleu de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq que doivent être

assimilés les faluns bleus de Peyrehorade, Orthevielle et Saint-Etienne-d'Orthe.

Quant au falun de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq, la présence de quelques espèces des faluns jaunes de Saint-Paul dans les parties inférieures à Pinot, et celle d'un certain nombre d'espèces tortoniennes dans les parties supérieures à l'étang de Bragas, montrent bien qu'il termine la période miocène, s'il ne commence même la période pliocène, comme les faluns de Salles et d'Orthez, et qu'il ne doit être qu'un faciès particulier de ceux-ci.

J'ai dit que M. Davidson examina les Brachiopodes de Peyrère; voici ce qu'il m'écrivit à leur sujet, de Brighton, le 23 mars 1869 : « Avant de partir de Paris, je suis allé voir M. R. Tournouër qui a eu » la bonté de me montrer trois espèces de Brachiopodes d'un nou- » veau dépôt des Landes, et sur lesquels il m'a fait l'honneur de » me consulter. Ces trois espèces sont :

1° la *Thecidea mediterranea* ou si vous voulez la *T. testudinaria* Mich.

2° la *Argiope decollata* Phil. var.

3° la *Terebratula caput-serpentis* Lamk.

» Ces formes sont absolument identiques à celles que l'on trouve » dans le Miocène moyen et Pliocène de l'Italie; et à mon retour ici » j'ai trouvé dans votre petite boîte une valve de la *Arg. decollata* » et la *Thec. med.* de votre nouvelle localité dans les Landes. »

Appendice. — En dehors de l'anse précitée, à 12 kilomètres au nord de Saint-Etienne d'Orthe, il y a dans un petit vallon à 2 kilomètres à l'est de Saint-Geours-de-Maremmes, des marnières qui présentent très abondamment le grand *Orbitoides* de Peyrère et qui doivent ainsi être ouvertes dans le même falun; les autres fossiles sont surtout des *Pecten* que je n'ai pas encore déterminés.

EXISTE-T-IL UNE SÉRIE D'ASSISES NOUVELLES ENTRE LES
« SCHISTES ROUGES » ET LE « GRÈS ARMORICAIN » ? (1)

par M. P. LEBESCONTE

Un travail récent (2) indique, aux environs de Sillé-le-Guillaume, une série d'assises entre les *Schistes rouges* et le *Grès armoricain*. Ces couches sont intercalées de roches éruptives et, d'après l'auteur, on aurait chance de trouver dans ces assises nouvelles la Faune primordiale.

A la réunion extraordinaire du Finistère, j'ai (3) rapproché les *Schistes rouges* du *Grès armoricain*, dans l'étage de la *Faune seconde silurienne*. Il existe en effet un passage graduel entre les couches de ces deux assises, et tous les fossiles des *Schistes rouges* se retrouvent dans le *Grès armoricain*; ce qui ne saurait exister si ces deux assises étaient éloignées l'une de l'autre par de nouvelles couches, et surtout si elles devaient être séparées par la Faune primordiale. L'union de ces deux assises est telle, que Marie Rouault en formait un seul et même étage : celui du *Grès armoricain*.

J'ai été visiter les environs de Sillé-le-Guillaume, pour voir les couches décrites comme nouvelles et les comparer à celles de Bretagne et de Normandie. J'ai pu constater que, dans les environs de cette ville, les *Schistes rouges* n'existent pas et que le *Grès armoricain* repose directement sur les *Schistes de Rennes*. Le même fait existe du reste dans le sous-bassin de Vitré-Laval, qui n'est que la prolongation de celui de Sillé-le-Guillaume. On ne trouve pas de *Schistes rouges* dans ce sous-bassin du nord de l'Ille-et-Vilaine. Ils n'existent que dans les sous-bassins qui sont plus au sud. La bande de *Schistes rouges* de Paimpont, Montfort, Pontréan et Rhétiers pénètre seule dans la Mayenne à St-Aignan. Les couches qui ont été décrites comme nouvelles appartiennent aux *Schistes de Rennes* et elles contiennent les mêmes roches éruptives que M. Barrois (4) a signalées dans les mêmes terrains du Trégorrois.

Le travail de M. OEhlert est fort bien fait; la description, la com-

(1) Manuscrit présenté à la séance du 3 novembre 1890.

(2) OEhlert. Sur la const. du Silur. dans la partie orientale de la Mayenne. *C.-R. Acad. Sc.*, 17 juin 1889.

(3) Lebesconte. Const. générale du Massif breton. *B. S. G. F. Réun. extr. du Finistère*, 22 août 1887.

(4) Barrois. *Ann. Soc. géol. du Nord*. T. XV, p. 240 et T. XVI, p. 6, 1888.

position et la superposition des couches sont rigoureusement vraies, et l'erreur, si facile à faire, provient de ce que pour les *Phyllades de St-Lô* (Schistes de Rennes), et pour les *Poudingues pourprés* (Schistes rouges), on était habitué à prendre les points de comparaison uniquement en Normandie, ce qui est complètement insuffisant maintenant, depuis la description de couches plus nombreuses et plus complètes de ces mêmes assises en Bretagne (1).

L'existence de calcaires siliceux et magnésiens et de poudingues ne suffit pas pour caractériser l'assise des *Schistes rouges*; car ces couches se trouvent aussi dans les *Schistes de Rennes*.

1° CALCAIRES SILICEUX ET MAGNÉSIENS :

Les calcaires siliceux et magnésiens existent en Normandie dans les *Schistes rouges* (poudingues pourprés); je viens de les étudier à Vieux, à Bully et à Laize-la-Ville, au sud de May; mais j'ai étudié également les calcaires de Bahais et de la Meauffle, près de St-Lô, qui se trouvent intercalés dans les *Schistes de Rennes* (Phyllades de Saint-Lô) et qui en renferment même quelques couches dans leur masse. Ces calcaires, très variables en couleur et en composition, sont siliceux et sans fossiles; ils ont été considérés, tantôt comme du Cambrien ou du Silurien, tantôt comme du Carbonifère. La couche de Bahais est puissante et dirigée comme les *Phyllades de Saint-Lô* au milieu desquels elle se trouve. Ces phyllades se continuent sous l'église de Bahais, et au sud de ce point, par des couches schisteuses, intercalées comme dans l'Ille-et-Vilaine de grauwaques, de grès sombres et de poudingues à la Pèzerie. On trouve ensuite un deuxième banc de calcaire siliceux, au sud de la Pèzerie; puis les *Phyllades de Saint-Lô* reprennent et se continuent jusqu'à Pont-Hébert (2).

En Bretagne les calcaires siliceux et magnésiens n'ont pas encore été signalés dans les *Schistes rouges*; mais ils se trouvent intercalés à différentes hauteurs dans les *Schistes de Rennes*. On les voit ainsi à Corps-Nuds, Amanlis, Montfort, La Guerche, etc., et à la mine de Pontpéan près Rennes. Il en est de même dans la Mayenne et dans

(2) Cette intercalation de deux couches de calcaires siliceux au milieu des Phyllades de Saint-Lô est identique à ce que nous voyons en Bretagne.

(1) Lebesconte. *Classif. Assis. silur.*, B. S. G. F., 3^e sér., T. X. 1881. — *Const. génér. du Massif breton*, B. S. G. F. *Réun. extr. du Finistère*, 1887. — Sur les Assis. silur. les plus anciennes de Bretagne. B. S. G. F., 3^e sér., T. XVII, p. 621. 1889.

la Sarthe, où ils atteignent une grande puissance, et où ils sont intercalés à différentes hauteurs dans les *Schistes de Rennes* (Schistes de Parennes et de Neuville).

2° POUNDINGUES INTERCALÉS :

Les Poudingues sont intercalés à différentes hauteurs dans les *Schistes rouges* ; mais aussi et surtout dans les *Schistes de Rennes*. Ils sont complètement différents de la grande masse des *Poudingues rouges de Montfort*, qui sépare les deux assises. J'ai déjà indiqué (1) que les poudingues, intercalés régulièrement dans ces deux assises, sont dus à des apports littoraux, déposés dans une période de calme comme les couches schisteuses et gréseuses. Il y a passage entre les schistes, les grès et les poudingues. M. Hébert (2), parlant des poudingues de Courmenan au sud de Sillé-le-Guillaume, signale le passage des schistes aux poudingues. Les couches schisteuses supérieures et inférieures sont imprégnées de galets de quartz, qui deviennent de plus en plus rares quand on s'éloigne des bancs de poudingues.

3° POUNDINGUES ROUGES DE MONTFORT :

Ces poudingues, qui séparent brusquement les *Schistes de Rennes* (Phyllades de Saint-Lô) des *Schistes rouges* (Poudingues pourprés), ne sauraient être confondus avec ceux qui sont intercalés régulièrement dans les deux assises. Ils forment une masse énorme (presqu'une assise), dont on pourra juger par la description de la coupe suivante, prise sur la route du château de Blossac, à Goven (Ille-et-Vilaine).

En montant la côte, après avoir passé la route de Bréal, on trouve :
1° les *Schistes de Rennes* en trois fortes séries de couches : d'abord les *Schistes jaunes terreux*, recouverts en partie par les sables tertiaires et quaternaires de la plaine de Rennes ; puis les *Schistes roses*, recouverts par les *Schistes verts en grandes dalles* avec leurs bancs de grès et de poudingues intercalés. Les *Schistes verts*, bien développés ici, ont environ trois cents mètres d'épaisseur. 2° Au-dessus commence la grande masse des *Poudingues rouges de Montfort*, en

(1) Lebesconte. Sur les Ass. siluri. les plus anciennes de Bretagne. *B. S. G. F.*, 3^e sér., T. XVII, p. 621, 1889.

(2) Phyllades de Saint-Lô et conglomérats pourprés. *B. S. G. F.*, Réun. extr. dans le *Finistère*, 1887.

concordance de stratification, et qui a cinq cent trente mètres d'épaisseur. Elle débute par des poudingues désagrégés, à éléments énormes (souvent de la grosseur de la tête) noyés dans un peu d'argile. Ces poudingues à gros éléments ont environ trente mètres d'épaisseur. Viennent ensuite des poudingues en bancs cimentés et à éléments moyens, qui sont intercalés vers leur sommet de quelques bancs de schistes grisâtres et de grès. Ils ont environ trois cents mètres d'épaisseur. On trouve, par-dessus, toute une série de poudingues à éléments fins, de deux cents mètres d'épaisseur. Ils sont intercalés de grès et schistes rouges. 3^o Les Schistes rouges commencent ensuite. Leurs couches nombreuses renferment d'abord quelques couches de grès et de poudingues à la base, puis l'assise devient essentiellement schisteuse. Les *Schistes rouges* ont dans cet endroit environ deux mille cinq cents mètres d'épaisseur, ce qui donne trois mille trente mètres avec les *Poudingues rouges*. Ils sont recouverts par le *Grès armoricain*.

En Normandie et au sud de la Bretagne, il existe une discordance très accentuée (que j'ai vue à Bully et à Laize-la-Ville) entre les *Schistes de Rennes* et les *Poudingues rouges de Montfort*. Nous n'avons pas cette discordance dans l'Ille-et-Vilaine ; mais néanmoins, comme je l'ai déjà dit (1), on la pressent par l'aspect fortement relevé du terrain, et il est impossible de passer sur la jonction de ces deux assises sans s'en apercevoir. Les *Poudingues rouges de Montfort* (Poudingues pourprés de Normandie) apparaissent comme le résultat du dépôt d'une période très agitée.

Aux environs de Sillé-le-Guillaume il n'existe rien de pareil. Aucune discordance de terrains, rien qui dénote ou qui fasse sentir une perturbation, un changement d'assise ; nulle part de *Schistes rouges*, si reconnaissables par leur faciès (2), leurs fossiles et leur fissilité en sens contraire du plongement, à l'encontre des *Schistes de Rennes* qui se fendent parallèlement à l'inclinaison. Les calcaires et les poudingues sont intercalés régulièrement à différentes hauteurs dans les *Schistes de Rennes* (Schistes de Parennes et de Neuville).

Les poudingues de Courmenan sont complètement identiques à ceux des *Schistes de Rennes*. Ces poudingues et ceux de Rouessé et d'Oigny sont tantôt supérieurs, tantôt inférieurs aux calcaires siliceux et magnésiens, ce qui indique des altitudes différentes, tandis

(1) Lebesconte. Sur les Ass. siluri. les plus anciennes de Bretagne. *B. S. G. F.*, 3^e sér., T. XVII, p. 621, 1839.

(2) Voir les ouvrages déjà cités : *Classific. des Ass. siluri.*

que les *Poudingues rouges de Montfort* sont toujours à la même place, à la séparation des *Schistes de Rennes* et des *Schistes rouges*. Les calcaires siliceux et magnésiens se trouvent près de Sillé-le-Guillaume jusqu'au milieu des grès grossiers inférieurs. Ces grès grossiers appartiennent aux *Schistes roses* des *Schistes de Rennes*. Il suffit de lire la description de ces *Schistes roses* dans la description de la tranchée de St-Croix de Rhétiers (1) pour voir qu'ils renferment des grès, des poudingues, du quartz, du minerai de fer et des bancs de calcaires siliceux.

Les quartzo-phyllades et schistes sont nos grès sombres intercalés dans les *Schistes de Rennes*. Il m'a été facile de reconnaître toutes ces couches, et leur mélange avec des roches éruptives variées se retrouve, comme je l'ai dit, dans les mêmes couches du Trégorrois.

La meilleure coupe aux environs de Sillé le-Guillaume me semble celle de St-Pierre-sur-Orthe à Sillé-le-Guillaume. Le *Grès armoricain* de la forêt de Sillé repose au nord-ouest sur les grès grossiers inférieurs, qui recouvrent eux-mêmes les schistes roses, les calcaires siliceux et magnésiens et les schistes zonés de St-Pierre-sur-Orthe, qui sont identiques à ceux de nos *Schistes de Rennes*. Le *Grès armoricain* au sud-est se termine par des grès tendres en lits minces renfermant de nombreuses lingules. Il recouvre les schistes roses, coupés par le porphyre, et ces schistes recouvrent à leur tour les schistes et calcaires magnésiens de Sillé. Toutes ces couches de la Sarthe et de la Mayenne sont donc identiques aux couches de nos *Schistes de Rennes*.

J'ai pu, à Bully et à St-Lô, étudier attentivement les *Phyllades de St-Lô*, qui sont complètement identiques à nos *Schistes de Rennes*. Nos *Schistes de Rennes* ont le même aspect, les mêmes filons de quartz, la même fragmentation en plaquettes parallélogrammes, due à l'existence de trois plans de clivage, les mêmes intercalations de grauwackes, de grès sombres, de grès grossiers, de poudingues, de calcaires siliceux et magnésiens, la même fissilité. Nous avons dans les *Schistes de Rennes* (Phyllades de St-Lô) la faune première silurienne, séparée de la faune seconde (*Schistes rouges*) par un inter-règne, une période très agitée (les *Poudingues rouges de Montfort*). Je crois, comme M. Oehlert, que l'on a chance de trouver la faune primordiale dans les couches des environs de Sillé-le-Guillaume, surtout dans les calcaires et les schistes qui les accompagnent.

(1) Lebesconte. Classif. Assis. silur. B. S. G. F., 3^e sér., T. X, 1881.

NOTE GÉOLOGIQUE SUR LE CHEMIN DE FER DE MANTES
À ARGENTEUIL

par MM. G. RAMOND et G. DOLLFUS (1)

La nouvelle ligne ferrée de *Mantes à Argenteuil* fait partie d'un ensemble de travaux que poursuit, depuis plusieurs années, la Compagnie de l'Ouest, en vue de dégager l'artère principale des lignes de Normandie.

Nous avons étudié, cet été, les tranchées de ce chemin de fer et nous nous proposons d'en établir le profil géologique détaillé avec notes à l'appui.

Nous avons pensé que, dès maintenant, et avant l'achèvement complet des travaux, les géologues parisiens seraient intéressés par une esquisse très sommaire de cette ligne.

Le chemin de Mantes à Argenteuil franchit la Seine en face de Limay (faubourg de Mantes) et se maintient sur sa rive droite jusqu'au raccordement, au nord d'Argenteuil, avec le réseau en exploitation.

Le tracé, dans son ensemble, suit la direction du synclinal de la Seine qui jalonne le cours du fleuve en passant par les localités de Verneuil (en face de Triel), Carrières-sous-Poissy, Herblay, St-Denis.

Entre Limay et Meulan, les tranchées, peu profondes, entament la craie sénonienne surmontée d'alluvions et de limons quaternaires très intéressants. Près de l'arrêt de Juziers, la craie est surmontée par l'Argile plastique avec lignites. Nous reviendrons sur les phénomènes de glissement qui se sont produits dans ces terrains.

Dans la grande tranchée d'Hardricourt on voit la craie à *Magas* profondément ravinée et surmontée d'une marne grise puissante à rognons grumeleux, semblable à la marne dite strontianifère de Meudon ; l'Argile plastique grise et rouge apparaît au-dessus. Le Calcaire pisolithique semble manquer, et la marne grise à nodules disparaît également avant Gaziers.

Après Meulan, où la ligne s'enfonce dans un tunnel de 460^m creusé dans la Craie et le Calcaire pisolithique, le tracé suit, à peu de distance, le cours de la Seine et se développe « en espalier » au pied de la Hauteur de l'Hautie. On y revoit l'Argile plastique surmontée des Lignites fossilifères auxquelles succède un horizon de

(1) Manuscrit déposé à la séance du 3 novembre 1890.

cailloux noirs très roulés, qui a été autrefois l'objet d'un travail spécial de l'un de nous, puis les sables jaunes de Cuise, le Calcaire grossier qui débute par des sables verts très glauconifères et se poursuit par des calcaires glauconieux miliolithiques puissants largement exploités dans le voisinage.

Le point le plus curieux de cette partie du nouveau chemin de fer est la traversée du hameau de Thun, où une faille a disloqué toutes les assises de l'Eocène et de la Craie sous-jacente avec prolongement au nord. Entre le Temple et Triel, apparaissent les Sables moyens avec niveaux fossilifères (notamment le niveau-type de Beauchamp), surmontés par le Calcaire de Saint-Ouen) souvent éboulés à flanc de coteau.

Cette région a été visitée, en septembre 1855, par la Société géologique de France, pendant sa réunion extraordinaire tenue à Paris, à l'occasion de la première Exposition universelle. Les membres qui assistaient à la course de Meulan-Triel avaient déjà pu constater la présence, à Meulan, du Calcaire pisolithique, de l'Argile plastique et des Sables inférieurs, du Calcaire grossier etc., et, près du Temple, la superposition, dans une même coupe, des horizons suivants (1) : Calcaire de Saint-Ouen, Sables moyens, Caillasses, Calcaire grossier moyen et supérieur.

La ligne, contournant l'Hautie au-dessous de Chanteloup, se maintient, presque à niveau, dans des limons argilo-sableux avec débris meuliers, assez abondants pour être exploités sur divers points. Entre la nouvelle gare d'Andrésy et la traversée de l'Oise (Dangu, Fin d'Oise), le Calcaire grossier moyen et supérieur, avec puits naturels, est entamé dans des tranchées qui dépassent 15 mètres de profondeur.

Les Caillasses et les calcaires à cérithes et à lucines, sont très nettement visibles entre Fin d'Oise et la gare de Conflans-Sainte-Honorine, d'où se détache le raccordement de Pontoise.

De ce point à la gare d'Herblay (Le Val), on s'élève au-dessus des sables moyens et des tranchées sans profondeur recourent des marnes blanches avec plaquettes calcaires et silex, dépendant de l'horizon de St-Ouen.

Enfin, après le Port-aux-Vins, le tracé entame les Marnes gypseuses, avec niveau cristallin de pierre à plâtre (Tranchée des Tartrogons), au-dessous de la Butte de la Tuile, et se maintient dans cette formation jusqu'à Argenteuil, où, près de la gare d'échange, on pouvait

(1) V. B. S. G. F. *Réunion extraordin. à Paris, 1855.* — Coupe de Michelot, p. 56.

voir nettement, avant l'achèvement des travaux, les niveaux marins infra-gypseux, fossilifères, surmontant le calcaire de St-Ouen.

Nous signalerons, d'une manière spéciale, l'importance des limons sablo-argileux sur divers points de la ligne, notamment entre le ravin de la Frette, dont la coupe détaillée est due à MM. Vasseur et Carez (1), et la nouvelle gare de Cormeilles-en-Parisis. C'est là que le chemin de fer atteint son maximum d'altitude (82^m,7).

Les tranchées, de 10 mètres de profondeur, se sont maintenues dans ces dépôts récents, exploités dans la plaine comme terres à briques.

Nous devons, en terminant, adresser tous nos remerciements au haut personnel de la Compagnie de l'Ouest, notamment à M. l'Ingénieur en chef-conseil Mayer, pour les facilités qu'il a bien voulu nous faire accorder, et qui ont singulièrement aplani notre tâche.

(1) Voir. *B. S. G. F.* 3^e série, T. IV (juin 1876), p. 471, avec pl.

ÉCHINIDES CRÉTACÉS DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES (1)

par M. J. SEUNES

(SÉRIE III) (2)

THOLASTER SEUNES

Pl. I-V

SYNONYMIE :

Gibbaster Seunes, 1889, Echinides crétacés des Pyrénées occidentales, série II. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 819.

Non *Gibbaster* Gauthier 1887. Notes pour servir à l'histoire des terrains crétacés par A. Péron, avec notes et description des Echinides, par MM. Gauthier et Lambert, p. 237.

En appliquant le nom de *Gibbaster* à l'un des genres nouveaux que j'ai publiés dans la deuxième série des *Echinides crétacés des Pyrénées occidentales*, j'avais perdu de vue que M. Gauthier avait proposé ce nom en 1887 pour le groupe des *Micraster* de forme haute (*Micraster gibbus*, etc.). Quoique la proposition de M. Gauthier ait été faite avec beaucoup de réserve et que l'auteur n'ait point employé le nom de *Gibbaster* dans la description des espèces qu'il a signalées, je crois qu'il est cependant nécessaire de donner un autre nom au genre pyrénéen. Je propose celui de *Tholaster*. *Gibbaster Munieri* devient donc *Tholaster Munieri* (loc. cit., p. 819, Pl. XXVII, fig. 1).

Stegaster Chalmasi Seunes 1890

(Pl. I, fig. 1 a, b, c, d, e.)

Espèce de taille moyenne, haute, cordiforme.

Face supérieure conique, très rapidement déclive en avant, arrondie et rétrécie en arrière; — *sillon antérieur* nul au sommet, entamant très profondément l'ambitus et la face inférieure, où il se termine par un ressaut; — *aréa postérieure* étroite, oblique en avant,

(1) Communication faite dans la séance du 3 novembre 1890. Manuscrit déposé le 12 novembre au secrétariat.

(2) Ce travail a été préparé au laboratoire des recherches géologiques de la Sorbonne, dirigé par M. Munier-Chalmas.

déprimé en son milieu, arrondi sur les côtés et se terminant par un talon assez proéminent.

Face inférieure cordiforme, subplane, arrondie sur les bords.

Sommet apical excentrique en avant.

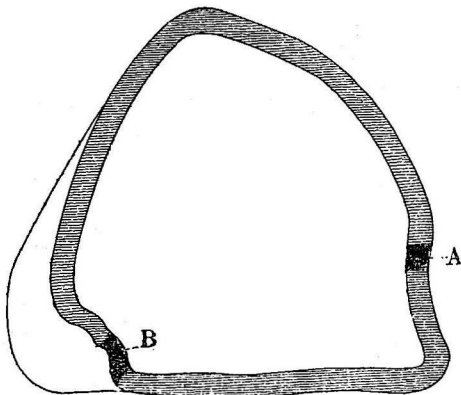
Appareil apical intercalaire.

Aire ambulacraire impaire à fleur de test au sommet, déprimée dans le reste de son étendue ; — *zones porifères* très étroites, légèrement convexes en dehors ; — *espace interzonaire* large ; — *poros* très petits, égaux, arrondis, placés au bas des assules et disposés par paires bien espacées dès le sommet.

Aires ambulacraires paires à fleur de test ; les antérieures légèrement flexueuses ; les postérieures très rapprochées du plan médian ; — *zones porifères* possédant une composition analogue à celle de l'aire ambulacraire impaire.

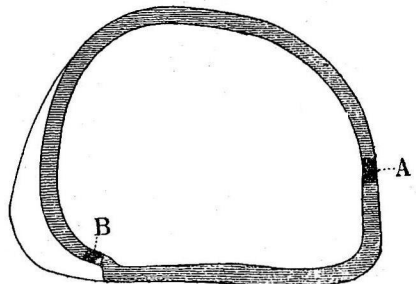
Péristome ovale, placé au bas du ressaut signalé à l'extrémité du sillon antérieur. Chez les *Stegaster*, publiés dans la deuxième série des *Echinides crétacés des Pyrénées occidentales*, le sillon antérieur ne présente pas de ressaut ; le péristome est logé à l'extrémité du sillon, et fait face à la face inférieure. Les figures ci-dessous montrent les différences qui viennent d'être signalées :

Fig. 1.



Stegaster Chalmasi Seunes.

Fig. 2.



Stegaster altus Seunes.

Sections verticales passant par le sommet apical, le périprocte A et le péristome B.

Périprocte circulaire placé au sommet de l'aréa postérieur.

Tubercules mal conservés.

DIMENSIONS DE L'EXEMPLAIRE

L : Longueur totale.....	55 mm.
l : Largeur.....	51
H : Hauteur.....	47
Rapports : $\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{L} \dots\dots\dots \end{array} \right.$	0,925
$\left\{ \begin{array}{l} \frac{H}{L} \dots\dots\dots \end{array} \right.$	0,854

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — *Stegaster Chalmasi* est voisin de *St. altus* ; il en diffère par sa forme plus conique et plus haute ; — son talon plus proéminent ; — son sillon antérieur plus profond et muni d'un ressaut à son extrémité inférieure ; — la situation de son péristome ; — enfin par l'épaisseur plus considérable de son test.

GISEMENT. — Danien inférieur (Maëstrichtien).

LOCALITÉ. — Gan. (Carrière Bernès, Kil.4. de la route de Gan à Rébénacq.).

EXPLICATION DES FIGURES. — Pl. I, fig. 1^a, b, c, d, e. (Exemplaire de la Sorbonne) ; 1^a, face supérieure ; — 1^b, face inférieure ; — 1^c, vue de côté ; — 1^d, face antérieure ; — 1^e, face postérieure.

Echinocorys Douvillei Seunes 1888.

(Pl. II, fig. 1^a, b.)

SYNONYMIE :

Echinocorys Douvillei Seunes, 1888. Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales.

B. S. G. F., 3^e Sér., t. XVI, p. 787.

Non *Ananchytes Heberti* Hébert, 1888. Terrain crétacé supérieur des Pyrénées.

B. S. G. F., 3^e Sér., t. XVI, p. 739, ligne 11.

Espèce de très grande taille, conoïde et surbaissée ; — *test mince* ; — *assules* légèrement saillantes.

Face supérieure conique, relativement peu haute.

Face inférieure toujours mal conservée, paraissant subplane ; — *plastron* peu saillant ; — *rostre* assez développé.

Sommet apical subcentral en avant.

Appareil apical intercalaire, peu développé, rarement bien conservé.

Aires ambulacraires composées d'assules larges.

Aires ambulacraires sensiblement égales, formées d'assules bien développées ; — *zones porifères* très étroites.

Espaces interzonaires très développés ; — *pores* très petits, égaux, subarrondis, disposés par paires très espacées dès le sommet et plus ou moins obliques.

Péristome placé au quart antérieur, paraissant ovale.

Périprocte ovale, moins marginal que chez les *Echinocorys* de la Craie du Bassin de Paris.

Tubercules mal conservés, paraissant nombreux et petits.

DIMENSIONS DE L'EXEMPLAIRE.

L :	Longueur totale.....	100 ^{mm}
l :	Largeur	90 (?)
H :	Hauteur....	65 (?)

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Confondu avec *Echinocorys Heberti* des couches à *Micraster aturicus* des environs de Dax (Tercis, Angoumé), cette espèce s'en distingue nettement par sa taille moins grande ; — sa forme conoïde et surbaissée ; — ses assules saillantes ; — ses zones porifères beaucoup plus étroites ; — ses pores plus petits et disposés par paires relativement très éloignées dès le sommet ; — enfin, par son appareil apical intercalaire plus régulier. Ces différences si nettes et si nombreuses permettent de distinguer facilement les échantillons même écrasés ; elles sont importantes, car les deux espèces en question caractérisent des niveaux géologiques bien différents.

GISEMENT. — Danien supérieur (Garumnieu).

LOCALITÉS. — L'exemplaire figuré provient de Gan (Carrière Labau, K. 3, 3.). On rencontre cette espèce dans la plupart des affleurements garumnieux situés dans le département des Basses-Pyrénées et dans la région sud de celui des Landes, et caractérisés par *Nautilus danicus*, *Coraster*, *Jeronia*, etc.

EXPLICATION DES FIGURES. — Pl. II, fig. 1^a, b. ; — 1^a, face supérieure ; — 1^b, vue de côté.

Echinocorys Heberti Seunes 1888.

(Pl. III, fig. 3. — Pl. IV, fig. 2.).

SYNONYMIE :

Echinocorys gibba Nogués, 1861. Sur le terrain crétacé de Tercis (Landes). *B. S. G. F.*, 2^e série, t. XVIII, p. 548.

Non *Echinocorys Beaumonti* Bayan (Vénétie). Collection de l'École des Mines.

Ananchytes Beaumonti Hébert, 1880. Recherches sur la Craie supérieure du versant septentrional des Pyrénées. *C.-R. Ac. Sc.*, t. XCI, séance du 8 novembre 1880.

Echinocorys Beaumonti Arnaud, 1886. Position stratigraphique des argiles bariolées de Tercis (Landes), *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 15.

Echinocorys Heberti Seunes, 1888. Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVI, p. 787.

Espèce de très grande taille, subovale, presque aussi haute que longue ; — *test épais*.

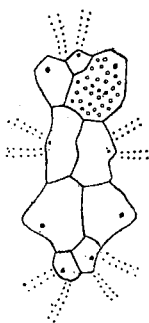
Face supérieure ovoïde, ayant la tendance à devenir conique, rétrécie à la base, renflée vers le milieu, arrondie en avant et sur les côtés, très légèrement acuminée en arrière et en bas, tandis qu'elle est toujours déprimée vers le sommet.

Face inférieure subplane, arrondie sur les bords, fortement déprimée en avant du péristome ; — *plastron* peu saillant.

Sommet apical légèrement subcentral en avant.

Appareil apical intercalaire relativement développé, composé d'assules très irrégulières : les plaques neurales antérieures sont étroites, longues et largement débordées par les plaques génitales

Fig. 3.



Appareil apical d'*Echinocorys Heberti*.

Aires anambulacraires portant généralement en leur milieu une bande disposée en zigzags ; la suture de l'aire anambulacraire impaire est déprimée dans toute sa longueur.

Aires ambulacraires semblables, presque aussi larges que les aires anambulacraires ; — *zones porifères* étroites ; — *espaces interzonaires* larges ; — *pores* subarrondis, disposés par paires (55 environ pour chaque zone) transversales dans la partie supérieure et légèrement obliques dans le restant des zones.

Péristome transversal, étroit, muni d'une lèvre postérieure peu saillante.

Périprocte ovale, inframarginal.

Tubercules nombreux, petits, épars au milieu d'une granulation fine et abondante.

DIMENSIONS DE TROIS EXEMPLAIRES

	A. (Type)	B	C
L : Longueur totale.....	110 ^{mm}	104 ^{mm}	88 ^{mm}
l : Largeur.....	105	99	78
H : Hauteur.....	103	98	88
Rapports	$\frac{L}{l}$	0,945	0,951
	$\frac{L}{H}$	0,936	0,942
			1

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Cette espèce a été confondue avec *Echinocorys Douvillei* (voir *ante*) et avec *Echinocorys Beaumonti* Bayan (1), (Collection de l'École des Mines) dont elle se distingue par ses zones interporifères moins étroites; — ses pores égaux et subarrondis (les pores internes de *E. Beaumonti* sont plus gros que les pores externes); — son appareil apical intercalaire. (l'appareil de *E. Beaumonti* possède la tendance à devenir circulaire).

Echinocorys Heberti a été également confondu avec *Ech. vulgaris*, var. *gigas*, du Sénonien inférieur du Bassin de Paris; il s'en distingue par sa forme ovoïde; — sa taille beaucoup plus grande; — son test plus épais; — sa face supérieure déprimée en arrière et en haut; — son aire ambulacraire impaire dont la suture médiane est toujours déprimée dans toute son étendue; — par la moindre différence de largeur entre les aires anambulacraires et les aires ambulacraires; — enfin, par l'irrégularité plus grande des pièces de son appareil apical qui est relativement moins long que celui de *Ech. gibba*. Chez *Ech. Heberti* le rapport de la longueur totale et de celle de l'appareil est d'environ 5,33, tandis que chez *Ech. gibba*, de grande taille, il est en moyenne de 3,7.

GISEMENT. — Sénonien, assise à *Micraster aturicus* de Tercis et d'Angoumé.

LOCALITÉS. — Tercis, Angoumé (Landes). M. Hébert l'a également signalé à Audignon.

EXPLICATIONS DES FIGURES. — Pl. III, fig. 3, face supérieure; — Pl. IV, fig. 2, vue de côté. (Collection de l'École des Mines).

(1) Note sur le terrain tertiaire de la Vénétie. *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^e série, t. XXVII, p. 444, séance du 7 mars 1870.

Jeronia pyrenaica Seunes 1888.

Echinides crétaçés des Pyrénées occidentales, Série I. *B. S. G. F.*, 3^e Série, t. XVI, p. 810, Pl. XXX, fig. 1^a. b. c. d.

(Pl. III, fig. 1, 2.)

Depuis la publication du genre *Jeronia*, j'ai recueilli des matériaux qui me permettent de compléter la description de l'espèce type, *Jeronia pyrenaica*. Les individus figurés présentent tous les caractères déjà signalés : rostre très prononcé ; — ceinture de gros tubercules située un peu au-dessus du bord marginal ; — appareil apical intercalaire, ne présentant que trois pores génitaux, la plaque madréporique en étant dépourvue. Les plaques supplémentaires signalées dans les deux échantillons (loc. cit. p. 811, fig. 2, 3) font défaut et l'appareil est analogue ou voisin de celui de la fig. 1 (loc. cit. même page), comme l'indiquent les dessins ci-dessous :

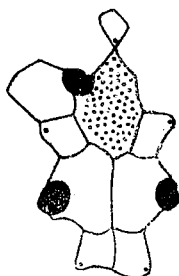


Fig. 4.

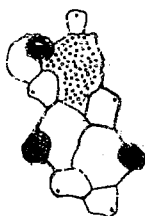


Fig. 5.

Appareil apical de deux exemplaires de *Jeronia pyrenaica*.

La fig. 4 représente l'appareil de l'individu figuré Pl. III, fig. 1.

Cette disposition des plaques de l'appareil apical paraît bien être la règle et rapprocher le genre *Jeronia* de *Stenonia*. Je dois ajouter que tous les exemplaires présentent une dépression entamant légèrement le bord antérieur ; celle-ci n'est donc pas accidentelle comme je l'avais d'abord pensé.

Le test possède une épaisseur relativement très grande.

DIMENSIONS DES DEUX EXEMPLAIRES FIGURÉS :

	N ^o 1	N ^o 2
L : Longueur totale.....	42 ^{mm} 5	42 ^{mm}
l : Largeur.....	40 ^{mm} 5	40 ^{mm}
H : Hauteur.....	32 ^{mm}	33 ^{mm} 5
Rapport : $\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{L} \\ \frac{H}{L} \end{array} \right.$	0,954	0,95
	0,75	0,76

GISEMENT. — Danien supérieur (Garumnién).

LOCALITÉ. — Gan (Maison Broc-Moundinat).

EXPLICATION DES FIGURES. — Pl. III, fig. 1, 2; fig. 1, face supérieure; — fig. 2, autre exemplaire vu de côté (Ma collection).

Micraster aturicus Hébert, 1880

(Pl. IV, fig. 1. — Pl. V, fig. 1^a, b, c, d, e.)

Micraster brevis Noguès, 1861. Sur le terrain crétacé de Tercis (Landes). *B. S. G. F.*, 2^e série, t. XVIII, p. 548.

Micraster aturicus Hébert, 1880. Recherches sur la Craie supérieure du versant septentrional des Pyrénées. *C.-R. Ac. Sc.*, t. XCI, séance du 8 novembre 1880.

Espèce de grande taille, cordiforme, haute, échancrée avant en, acuminée et carénée en arrière.

Face supérieure très renflée, subconique, possédant sa plus grande hauteur en arrière de l'appareil apical, très déclive et déprimée transversalement en avant.

Sillon antérieur nul au sommet, débutant vers le milieu de la hauteur et se creusant de plus en plus à mesure qu'il gagne le bord antérieur; — la face supérieure est fortement carénée en arrière de l'appareil apical et fortement tronquée; — la troncature donne lieu à un aréa oblique d'arrière en avant, haut et large.

Face inférieure cordiforme, convexe, arrondie sur les bords; *plastron* triangulaire, largement développé en arrière et se terminant par un talon proéminent aux deux extrémités.

Sommet apical excentrique en arrière.

Aire ambulacraire impaire médiocrement excavée dans la partie pétaloïde, puis à fleur de test et se déprimant ensuite de plus en plus à mesure qu'elle se rapproche du bord antérieur; — *zones porifères pétaloïdes* à peine convexes; — *espace interzonaire* légèrement plus large que l'une des zones porifères, parcourue par un sillon linéaire bordé de chaque côté de granules assez forts et presque toujours usés; — *pores* petits, les internes arrondis, les externes allongés transversalement, disposés par paires (29 environ pour chaque zone) séparées par un petit bourrelet granuleux.

Aires ambulacraires paires plus largement et plus profondément excavées que l'aire ambulacraire impaire; les dépressions pétaloïdes antérieures sont plus longues que les postérieures; — *zones porifères* composées sensiblement comme celles de l'aire ambula-

craire impaire, mais les zones et l'espace interzonaire sont plus larges.

Péristome marginal, muni d'une lèvre postérieure débordant le sillon antérieur.

Périprocte ovale, placé au sommet de l'aréa postérieur.

Tubercules , nombreux, petits, scrobiculés, plus développés sur la face inférieure ; — *zones miliaires* recouvertes de granulations très fines.

Fasciole sous-anal bien développé.

DIMENSIONS DES DEUX EXEMPLAIRES FIGURÉS

(Pl. V, fig. 1).

	A (TYPE)	B
L : Longueur totale.....	68 ^{mm}	74 ^{mm}
l : Largeur.....	65 ^{mm}	70 ^{mm}
H : Hauteur.....	48 ^{mm}	48 ^{mm}
Rapports : $\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{L} \dots\dots\dots \\ \frac{H}{L} \dots\dots\dots \end{array} \right.$	0,956	0,946
	0,706	0,648

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.— Cette espèce, distinguée par M. Hébert en 1880, avait été considérée jusqu'à cette époque comme une variété du *Micraster brevis*, dont elle diffère par sa forme renflée ; — son sillon antérieur, nul au sommet, mais entamant profondément l'ambitus ; — son péristome marginal, etc.

Micraster antiquus Cotteau, attribué au Cénomancien par M. Rousset (1) est très voisin de *M. aturicus* ; il ne s'en distingue que par sa face supérieure moins élevée, moins conique et paraissant être dépourvue, d'après les figures, de la dépression transversale plus ou moins accentuée que l'on rencontre à la partie antérieure de *Micraster aturicus*.

M. Cotteau a récemment publié une espèce, *Micraster Gourdoni* (2) qui, d'après le savant échinologue « se rapproche de *Micraster aturicus* par l'ensemble de ses caractères et notamment par la structure particulière de son sillon antérieur, — mais il s'en distingue très nettement par son aspect plus régulièrement cordiforme, par sa face postérieure moins acuminiée et dépourvue de carène,

(1) Etude sur le Crétacé des petites Pyrénées et des Corbières, suivi de la description des Echinides par M. Cotteau. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 601.

(2) Echinides recueillis dans la province d'Aragon (Espagne), par M. M. Gourdon. Description par M. Cotteau. *Ann. Sc. nat. Zoologie*, 7^e série, t. VIII, art. 1, p. 5, Pl. I, fig. 1, 2.

par son aire interambulacraire impaire moins saillante à la face inférieure, par ses aires ambulacraires beaucoup plus profondes et plus développées. »

GISEMENT. — Sénonien, assise à *Heteroceras polyplacum*.

LOCALITÉS. — Tercis, Angoumé et Heugas (Landes).

EXPLICATIONS DES FIGURES. — Pl. IV, fig. 1, échantillon d'Angoumé, (Sorbonne), vu de face. — Pl. V, fig. 1^{a,b,c,d,e}. Échantillon de Tercis (Sorbonne); 1^a, face supérieure; — 1^b, face inférieure; — 1^c, vue de côté; — 1^d, vue de la face postérieure; — 1^e, appareil apical grossi.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES GENRES ET DES ESPÈCES

Décrits et figurés dans les trois séries des *Echinides crétacés des Pyrénées occidentales* publiées dans les tomes XVI, XVII et XIX du Bulletin de la Société Géologique de France (1).

Cidaris Beugeyi Seunes. — T. XVI, Pl. XXX, fig. 2, 3, p. 791. (Série I, p. 1).

CORASTER et OVULASTER — T. XVI, p. 801. (Série I, p. 11).

CORASTER Colteau. — T. XVI, p. 803. (Série I, p. 13).

Coraster beneharnicus Seunes. — T. XVI, Pl. XXIX, fig. 1, p. 804. (Série I, p. 14).

Coraster Masôoi Seunes. — T. XVI, Pl. XXIX, fig. 2, p. 806. (Série I, p. 16).

Coraster Munieri Seunes. — T. XVI, Pl. XXIX, fig. 4, p. 808. (Série I, p. 18).

Coraster sphaericus Seunes. — T. XVI, Pl. XXIX, fig. 3, p. 807. (Série I, p. 17).

Echinocorys Arnaudi Seunes. — T. XVI, Pl. XXXI, fig. 1, p. 813. (Série I, p. 23).

Echinocorys Douvillei Seunes. — T. XIX, Pl. II, fig. 1, p. 25 (Série III, p. 51).

Echinocorys Heberti Seunes. — T. XIX, Pl. III, fig. 3, — pl. IV, fig. 2, p. 26. (Série III, p. 52).

Echinocorys pyrenaicus Seunes. — T. XVI, Pl. XXXI, fig. 2, Pl. XXX, fig. 5, p. 814. (Série I, p. 24).

GALEASTER Seunes. — T. XVII, p. 821. (Série II, p. 45).

Galeaster Bertrandi Seunes. — T. XVII, Pl. XXVII, fig. 2, 3, p. 822. (Série II, p. 46).

GIBBASTER (voir THOLASTER) Seunes. — T. XVII, p. 819. (Série II, p. 43).

Gibbaster Munieri Seunes, voir *Tholaster*. — T. XVII, Pl. XXVII, fig. 1, p. 819. (Série II, p. 43).

ISOPNEUSTES Pomel. — T. XVI, p. 793. (Série I, p. 3).

Isopneustes aturicus Seunes. — T. XVI, Pl. XXVIII, fig. 3, p. 797. (Série I, p. 7).

Isopneustes Gindreii Seunes. — T. XVI, Pl. XXVIII, fig. 2, p. 795. (Série I, p. 5).

Isopneustes integer d'Orb. sp. — T. XVI, Pl. XXVIII, fig. 1, p. 798. (Série I, p. 8).

Isopneustes Munieri Seunes. — T. XVI, Pl. XXVIII, fig. 4, p. 800. (Série I, p. 10).

JERONIA Seunes. — T. XVI, p. 809. (Série I, p. 19).

(1) Ces trois séries forment le complément de mon Mémoire : *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Eocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France* (Basses-Pyrénées et Landes). — Extrait des Annales des Mines, 8^e série, t. XVIII. (Vve Dunod, Paris).

- Jeronia pyrenaica* Seunes. — T. XVI, Pl. XXX, fig. 1, p. 810. (Série I, p. 20).
 » T. XIX, Pl. III, fig. 1, 2, p. 29 (Série III, p. 55).
- Micraster aturicus* Hébert. — T. XIX, Pl. IV, fig. 1, Pl. V, fig. 1, p. 30 (Série III, p. 56).
- Micraster corcolumbarium* Desor. — T. XVI, Pl. XXX, fig. 4. p. 792. (Série I, p. 2).
 OFFASTER et STEGASTER. — T. XVII, p. 807. (Série II, p. 31).
 OFFASTER Desor. — T. XVII, p. 810. (Série II, p. 34).
- Offaster cuneatus* Seunes. — T. XVII, Pl. XXIV, fig. 3, p. 806. (Série II, p. 30).
Offaster Munieri Seunes. — T. XVII, Pl. XXIV, fig. 1, 2, p. 804. (Série II, p. 28).
 STEGASTER et OFFASTER. — T. XVII, p. 807. (Série II, p. 31).
 STEGASTER Pomel. — T. XVII, p. 811. (Série II, p. 35).
- Stegaster allus* Seunes. — T. XVII, Pl. XXVI, fig. 1, p. 815. (Série II, p. 39).
Stegaster Bouillei, Colteau sp. — T. XVII, Pl. XXVI, fig. 2, p. 816. (Série II, p. 40).
Stegaster Chalmasi Seunes. — T. XIX, Pl. 1, fig. 1, p. 23 (Série III, p. 49).
Stegaster Cotteaui Seunes. — T. XVII, Pl. XXV, fig. 3, p. 813. (Série II, p. 37).
Stegaster Heberti Seunes. — T. XVII, Pl. XXV, fig. 1, 2, p. 812. (Série II, p. 36).
 THOLASTER Seunes. — T. XIX, p. 23. (Série III, p. 49).
Tholaster Munieri Seunes. (voir *Gibbaster Munieri*).
-

SUR L'ORIGINE DES RIDEAUX EN PICARDIE (1)

par M. **Henri LASNE.**

Dans la dernière séance (2), M. de Lapparent a critiqué mes vues relatives à la formation des rideaux qui viennent interrompre les pentes régulières des vallées de Picardie. Ces accidents, auxquels j'attribue une cause géologique, ne seraient, d'après ce savant, autre chose que le résultat de la culture, le travail de la charrue ayant accumulé la terre à la partie inférieure des champs, ou creusé la partie supérieure.

Telle a été aussi ma première impression lorsque j'ai vu d'abord les rideaux de Picardie, et je n'avais pas non plus attaché d'autre importance à ce phénomène; mais peu à peu, depuis quatre années que je parcours ce pays, mon opinion a dû se modifier en présence de nombreux faits qui m'ont paru inconciliables avec cette manière de voir.

Puis, quand j'eus constaté le parallélisme aussi complet que possible entre les diaclases et les rideaux, j'ai dû rechercher une corrélation entre ces deux ordres de faits, et les fouilles opérées en vue de l'exploitation du phosphate sont venues corroborer ces premières indications, dont la signification devenait de plus en plus probante à mesure que le nombre d'observations s'accroissait (3).

M. de Lapparent ne me semble pas accorder au parallélisme des diaclases et des rideaux une importance suffisante quand il se contente de l'expliquer par la corrélation, mise en lumière par M. Daubrée, entre les éléments des vallées et les diaclases. Les vallées serviraient ainsi d'intermédiaire. Or, il arrive fréquemment que les rideaux d'une vallée ne sont parallèles ni aux lignes de niveau ni au thalweg; si bien que la direction de la vallée, dépendant d'un système de diaclases, les rideaux obliques dépendent d'un autre. D'où il résulte que les rideaux dépendent directement des diaclases, au même titre que les vallées, et non par l'intermédiaire de ces dernières.

La dissolution souterraine des couches calcaires n'est pas, ce me semble, une hypothèse gratuite; mais elle me paraît revêtir l'im-

(1) Communication faite dans la séance du 17 Novembre 1890. Manuscrit déposé le même jour.

(2) V. Notes et Mémoires, p. 1.

(3) Lasne. — *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVIII, p. 477.

portance d'un fait. La dissolution superficielle est mise hors de doute par de nombreux exemples ; on ne comprendrait pas pourquoi les mêmes eaux, descendues par les fissures jusqu'à une couche plastique imperméable, ne dissoudraient pas en ce point le calcaire avec lequel elles se trouvent en contact. Ces eaux, se réunissant vers le thalweg de la couche plastique, exercent dans son voisinage une action plus intense. La craie fissurée s'affaisse ; des calcaires plus durs se creusent de cavernes.

J'aborderai aujourd'hui deux ordres de preuves que je n'ai fait qu'effleurer dans ma communication antérieure, depuis laquelle j'ai fait, d'ailleurs, de nombreuses observations entièrement concordantes. L'un a rapport à l'aspect extérieur, l'autre à la structure profonde.

Mais je veux d'abord préciser ma pensée et je tiens à dire que je n'exclus pas de parti pris la formation d'accidents revêtant l'apparence des rideaux, et dus aux travaux de la culture. Je suis tout disposé à admettre aussi, et même je ne pensais pas qu'il fût nécessaire de le dire, que le travail des hommes a régularisé l'accident naturel, en rectifiant les arêtes et dressant les talus. Mais je ne puis mettre en doute, dans la production développée de ces accidents, l'action des affaissements naturels ayant une cause profonde et relevant des faits géologiques.

1° OBSERVATIONS RELATIVES A L'ASPECT EXTÉRIEUR DES RIDEAUX.

Il existe des accidents de toute grandeur, depuis quelques décimètres, jusqu'à 20^m et plus, sans qu'il soit possible de distinguer plusieurs catégories, car on peut trouver tous les intermédiaires. Un rideau débute par une ondulation qui, un peu plus loin, se transforme en un petit ressaut : la dénivellation va croissant, atteint un maximum et décroît de la même façon. Les rideaux de plus de 10^m sont très fréquents, et, à cette dimension, il paraît déjà difficile de les attribuer au travail des hommes.

Si on cherche les rapports des rideaux entre eux, on les trouve souvent disposés en escalier ; mais souvent aussi ils sont en retrait les uns sur les autres, un rideau supérieur commençant en face du point où le rideau inférieur se termine, mais non sans chevaucher assez pour que la dénivellation totale due à l'ensemble des deux rideaux reste la même. Cette disposition serait difficile à expliquer par les limites successives des terres cultivées. Les rideaux forment bien actuellement la limite des propriétés, mais au même titre que d'autres accidents, tels que rivières, routes anciennes, etc.

Il arrive souvent, dans le cas des rideaux en escalier, qu'ils sont séparés entre eux par une distance horizontale si faible, relativement à leur hauteur, qu'on ne s'explique pas leur formation autrement que par un phénomène naturel. Tels sont, entre beaucoup d'autres, les rideaux qu'on rencontre un peu au nord de Ribémont (Somme) : il y en a quatre, qui ont chacun de 7^m à 10^m, et qui ne sont séparés l'un de l'autre que par une distance de 15^m à 20^m, comptée horizontalement.

Ailleurs, deux rideaux en regard limitent le fond d'une vallée ; ce fond est presque plan et de très faible largeur ; de part et d'autre s'étagent des rideaux très voisins entre eux comme dans le cas précédent, mais ne se correspondant pas sur les deux flancs. Tel est le cas de la vallée Margot près Bouchavesnes. Là encore l'espace aurait manqué pour le déblai ou le remblai. La limite de cette disposition est le ravin.

Si l'on trouve des rideaux sur des pentes rapides, il en est aussi où l'inclinaison du terrain au-dessus et au-dessous est très faible. Auprès de Contay, au fond d'une vallée, le terrain est découpé, par une série de rideaux, en parallélogrammes à surface presque horizontale, séparés entre eux par d'étroits intervalles légèrement inclinés vers le thalweg commun. J'ai même vu, auprès de Cléry, un rideau à la partie inférieure duquel commençait la contre-pente.

Sur les pentes où la craie, complètement dénudée par les érosions, n'est plus recouverte que d'une mince couche argileuse, les rideaux se sont néanmoins formés, et parfois avec un grand développement : alors leur talus est en craie, sauf l'extrême crête.

2° OBSERVATIONS RELATIVES A LA STRUCTURE PROFONDE.

Les observations précédentes, faciles à vérifier en Picardie, conduisent toutes sans exception à l'explication des faits par des causes géologiques, bien plutôt que par le résultat du travail des hommes ; ce que j'ai pu observer de la structure profonde vient encore fortement appuyer dans ce sens et justifier les conclusions que j'avais émises.

Ce n'est qu'à Orville que j'ai pu voir des rideaux entamés par des travaux de terrassement. L'observation présente quelques difficultés. Les rideaux, limitant les propriétés, limitent aussi les chantiers d'exploitation, si bien que le plus souvent l'un des côtés est remblayé avant que le second ne soit entamé. Il est rare d'ailleurs qu'on exploite la craie phosphatée qui est abandonnée en place.

Enfin on manque dans la craie de points de repère bien nets. Je n'en connais qu'un excellent : c'est la limite inférieure de la craie phosphatée, nettement séparée de la craie blanche sous-jacente. Je n'ai donc pas eu l'occasion d'observer une bonne coupe des couches profondes de craie, montrant en regard les deux lèvres dénivelées de la fissure. Néanmoins, comme je vais le montrer, l'ensemble des observations que j'ai pu faire équivaut à cette constatation directe.

Le Grand Rideau est latéral à une vallée aboutissant à Orville et ayant son origine près de Beauquesne. Un peu oblique à cette vallée, il est dirigé à 165° suivant le plissement principal de la craie. Il coupe sans se dévier une petite dépression perpendiculaire. Il dépasse 12^m d'élévation dans son point le plus haut, celui que j'ai en vue en ce moment. Au moyen de puits creusés de part et d'autre, on a constaté que la base de la craie grise subit sur la verticale de ce rideau une dénivellation de même importance, et nullement en rapport avec la faible pente des couches vers la vallée, qui n'est que de quelques degrés. Ce qui fait dire aux ouvriers que les couches de craie *suivent la forme du terrain*.

Un peu plus au nord, en un point où le rideau n'a plus que 8^m, j'ai pu observer dans la partie supérieure une couche de phosphate avec argile à silex, surmontant une tête de craie blanche fortement inclinée vers la pente : sauf cette inclinaison, les couches se trouvaient en superposition normale et ne paraissaient nullement remaniées ; au-dessous du rideau, une autre exploitation montrait des poches creusées dans la craie blanche avec traces de craie grise au sommet : le phosphate et l'argile à silex étaient là encore dans leur situation normale, et il y a évidemment forte dénivellation.

J'attire à ce propos l'attention sur la présence des poches à phosphate *au-dessous* des rideaux, fait très habituel. Or les poches n'existent *jamais* sur les pentes produites par l'érosion, on le comprend sans peine. Elles ont pris naissance avant l'époque où cette érosion s'est produite, c'est-à-dire sur des plateaux, et si elles existent actuellement à 20^m plus bas comme dans le cas présent, c'est qu'après avoir été respecté par l'érosion, le terrain qui les contenait s'est affaissé d'un mouvement d'ensemble.

La vallée Toussaint est une petite dépression, dont l'axe est parallèle à l'Oise, bordée de rideaux en échelons ayant la même direction. De plus, elle est barrée à sa partie supérieure par un rideau important parallèle à l'Authie. Au-dessous de ce rideau, on trouve la craie grise, et au-dessus la craie blanche inférieure, ce

qui correspond à une dénivellation de 20^m environ. Il en est de même latéralement : la vallée Toussaint tout entière est donc produite par un affaissement.

En prolongement vers l'ouest du rideau d'Halloy, mais toutefois un peu plus haut sur la pente, on voit dans les couches de craie grise une brusque inclinaison à 45° sur quelques mètres de longueur (comptés perpendiculairement au rideau). De part et d'autre, les couches reprennent leur pente normale de quelques degrés vers la vallée : c'est selon moi l'embryon d'un rideau parallèle au rideau d'Halloy.

En résumé, à la suite des efforts qui ont produit les diaclases et ondulé largement les couches, après l'action dissolvante des eaux météoriques à la surface des plateaux émergés, après l'érosion diluvienne qui, facilitée dans son travail par les diaclases préexistantes, a profité pour les exagérer des vallées déjà indiquées, les eaux, moins abondantes, ont été absorbées par les fissures, et la dissolution des couches profondes de craie sur les thalwegs imperméables a commencé ; d'où l'exagération de la pente des couches supérieures vers les vallées, et la formation de ressauts brusques, origine première des rideaux, dont le travail des hommes a pu ensuite régulariser la forme.

En suivant les idées qui me sont opposées, on ne comprendrait pas pourquoi les rideaux ne se produisent pas partout où les conditions indiquées sont réalisées : pentes suffisantes et terrains meubles. Nulle part, à ma connaissance, le phénomène n'est développé comme en Picardie, où il modifie profondément l'aspect de la contrée, et imprime au paysage un caractère tellement spécial que l'observateur le moins prévenu en est immédiatement frappé.

Tout en restant dans les pays de craie, transportons-nous par exemple dans la Seine-Inférieure : nous avons là des circonstances superficielles tout à fait semblables à celles que nous connaissons en Picardie : sous-sol de craie, épaisseur de terrains argileux suffisante, vallées nombreuses et souvent à fortes pentes. Or il existe bien quelques rideaux, mais si peu nombreux et si peu importants qu'ils passent inaperçus si on ne les recherche pas. C'est donc plus profondément qu'il faut trouver la cause de la différence et je pense qu'elle se lie à l'allure des nappes souterraines ; mais il serait prématuré de m'étendre sur ce sujet.

DESCRIPTION DU TERRAIN CRÉTACÉ DANS UNE PARTIE DE LA BASSE-PROVENCE

2^e PARTIE : COUCHES D'EAU DOUCE ET GÉNÉRALITÉS (1)

par M. COLLOT.

On sait que les couches marines du Crétacé de la Basse-Provence sont surmontées par un massif très puissant de dépôts d'eau douce concordants, dont la partie inférieure peut être considérée comme correspondant à l'âge danien et la partie supérieure à l'Éocène inférieur et moyen. J'étudierai la partie crétacée de cette suite de couches en quatre chapitres désignés par les noms locaux de *Valdonnien*, *Fuvélien*, *Béjudien*, *Garumnien*. Le deuxième comprend les lignites dits de Fuveau, le quatrième les grès, les argiles et les calcaires de Rognac.

VALDONNIEN.

Il y a entre les couches d'origine marine et saumâtre que j'ai décrites au sud de Belcodène et de Peynier et celles au milieu desquelles on exploite les lignites du bassin de Fuveau, tout un groupe de couches d'eau douce d'une épaisseur importante et de caractères pétrographiques et paléontologiques bien tranchés. Une pointe formée par les affleurements de cette assise aboutit au quartier de Valdonne, d'où M. Matheron lui a donné le nom de *Valdonnien*. C'est d'ailleurs l'étage le plus inférieur, E, du grand groupe lacustre inférieur de M. Matheron, en 1862 (2), — les groupes C, C¹, C² du même savant en 1864 (3), — le groupe A' de M. Roule en 1885 (4). De gros bancs de calcaire compacte, souvent taché et noduleux, inconnus dans l'assise du lignite, caractérisent cette assise inférieure dans les parties moyenne et supérieure du bassin du Lar. Aux Martigues, la même assise a un caractère diffé-

(1) Voir pour la 1^{re} partie de ce mémoire *B. S. G. F.* 3^e série. T. XVIII. p. 49. Cette deuxième partie a été présentée dans la séance du 17 novembre 1890.

(2) Recherches comparatives sur les dépôts fluviolacustres..., *Mém. Soc. d'émulation de la Provence*.

(3) *B. S. G. F.*, 2^e sér.. t. XXI, p. 526.

(4) Recherches sur le terrain fluviolacustre inférieur de la Provence, *Annales des Sc. géolog.* t. XVIII.

rent, elle est marno-schisteuse et caractérisée par la *Cyrena globosa* et la *Melanopsis galloprovincialis*. J'ai retrouvé celle-ci, de grande taille comme dans les premières couches d'eau douce des Martigues, au sud de Belcodène, dans les calcaires noduleux, où d'ailleurs elle est rare. Elle accompagne là la *Neritina Brongniarti*, inconnue aux Martigues, mais fréquente dans les calcaires valdonniens de la région orientale des bassins du Lar et de l'Huveaune, d'où elle ne sort pas. Au Plan d'Aups, d'après Coquand, au Beausset, suivant M. Toucas, on retrouve *Ner. Brongniarti* associée à *Mel. (Campylostylus Sandbg.) galloprovincialis*, *Cyrena globosa*; *Unio Toulouzani* des Martigues se retrouve aussi au Plan d'Aups avec les fossiles ci-dessus.

Au Plan d'Aups, les couches à *Neritina Brongniarti* appartiennent, comme à Belcodène, à une assise qui renferme des calcaires compactes et des pisolithes brunes. En outre Coquand y signale des bancs et des rognons de fer carbonaté, qui, à la surface, passent à la limonite. Cette substance renferme souvent des Mélanopsides conservées avec leur test à l'état crayeux. J'ai observé le même minéral, englobant aussi des *Melanopsis* entre Belcodène et la Pomme, entre Gardanne et Mimet, à Simiane, et aux Martigues.

Il semble au premier abord que la substitution du régime des eaux douces à celui de la mer annonce un exhaussement du sol et doit être accompagnée d'une diminution de la surface submergée. C'est pourtant le contraire qui arrive ici et l'envahissement par les eaux, que j'ai constaté à la fin de la période maritime, pendant les dépôts à hippurites, s'est continué après ceux-ci, de telle sorte que les premières couches lacustres, non seulement recouvrent tous les dépôts marins, mais s'étendent au-delà d'eux sur plusieurs points, où ils reposent directement sur le Jurassique. Nous les trouvons dans les pentes qui bordent la vallée supérieure du Lar, depuis le Cengle, en passant par Puylobier, jusqu'au delà de Pourrière. A la descente de la grande route de Pourcieux sur Saint-Maximin, ce sont également les calcaires de cette première assise lacustre que nous rencontrons. Ils ont même dépassé quelque peu cette ligne au nord, car sur le plateau jurassique qui s'étend entre le bassin du Lar et celui de la Durance, un petit îlot échappé à la dénudation par suite de failles se montre au Puits de Rians. A l'est d'Ollières et de Saint-Maximin les calcaires valdonniens ne se retrouvent pas.

Valdonnien des Martigues.

J'ai arrêté la coupe des bords de l'étang de Berre (t. XVIII p. 86) aux dernières couches marines, qui affleurent immédiatement à l'est d'une bouche d'égout. En suivant la falaise à l'ouest, de façon à nous rapprocher des Martigues, nous trouvons un cordon ferrugineux rougeâtre et 7^m de marnes gris foncé, puis un nouveau cordon ferrugineux qui est rempli de *Melanopsis (Campylostylus) galloprovincialis* Math. au milieu de marnes avec *Cyrena globosa* Math. trois ou quatre mètres plus haut les Mélanopsides sont associées avec (*Margaritana*) *Toulouzani*. Vers 50^m à partir de la base j'ai observé *Unio* des traces de lignite. La formation, jusque sous la villa Sainte-Anne, est un ensemble de marnes calcaires, schisteuses, d'un gris bleuâtre ou noir, avec cordons plus calcaires et même 2 ou 3 lits gréseux intercalés çà et là, le tout formant une épaisseur de 76^m. Le *Melanopsis galloprovincialis* Math. se trouve répandu un peu à tous les niveaux dans ces couches, mais certains lits en sont presque entièrement formés. Dès le milieu de la hauteur j'y ai aussi rencontré *Melania nerineiformis* Sandbg., *Mel. nerineiformis* var. *elongata* Roule, de 30^{mm} de long, *Corbicula concinna* Sow. en lunachelle. Ces fossiles se sont montrés à moi dans les lits calcaires. Les lits ferrugineux que j'ai signalés sont d'une roche plus ou moins rouge à la surface, brune dans l'intérieur, à cassure terreuse, lourde : c'est du carbonate de fer qui a pris naissance dans des conditions semblables à celles des houillères et qui est, à des degrés divers, épigénisé en limonite.

À l'ouest de la villa Sainte-Anne, environ 35^m de couches sont encore visibles en falaise : j'en parlerai à propos de l'assise suivante.

On retrouve les lits de sidérose brunie ou rouge, pétrie de *Melanopsis galloprovincialis*, entre Simiane et Babol et au sud de Verdillon (Simiane à Mimet), sous la crête formée par les calcaires à hippurites et autres bancs durs du crétacé marin. Ces points de repère nous acheminent vers la Pomme et Valdonne, où nous allons trouver le faciès calcaire concrétionné, à coquilles terrestres.

Valdonnien de Peynier.

Au nord de la Pomme les couches marines sont surmontées par un ensemble de couches que j'ai observées en suivant, soit la route de Sisteron, soit celle d'Italie, vers Bouteille, soit encore dans le ravin que domine cette route au sud de Peynier. Les cou-

pes relevées couche par couche ne sont pas absolument semblables, à cause des difficultés que l'état des lieux apporte à l'observation et surtout par suite des variations locales du faciès. Ainsi les grès qui se montrent à plusieurs niveaux de la coupe de Bouteille paraissent remplacés par des argiles dans la coupe de Belcodène à la Pomme. J'ai déjà noté cette élimination des éléments grossiers à mesure qu'on s'avance au sud-ouest, dans la série marine des mêmes lieux. Au lieu de reproduire les énumérations de couches telles qu'elles sont dans mes carnets d'excursion, je crois qu'il sera plus profitable de donner les caractères synthétiques des différentes parties de cette première assise d'eau douce.

Vers la base elle comprend des grès et des argiles bariolées, en alternance avec des calcaires en plaquettes ou même en bancs compactes. Les marnes et argiles lie de vin et jaunes sont coupées par la grande route au kilom. 28 ; plus à l'est, à Kierbon, on observe plusieurs bandes rouge vif. Les grès s'observent à trois niveaux dans la partie de route entre Belcodène et Peynier ; dans le deuxième est creusé un bassin pour retenir les eaux destinées à l'arrosage de la route. Un calcaire jaune vif, même à l'intérieur, éclatant à l'air en polyèdres irréguliers, pouvant passer à une marne de même couleur, forme un ou plusieurs cordons dans cette assise. On le retrouve vers Kierbon et les Reynauds. A noter encore quelques indices de lignite.

Les grès m'ont fourni les fossiles suivants :

Cyrena aff. *partena* Vidal, *Cyr.* (*Corbilica*) *Brongniartiana* Math., *Cardium Itierianum*.

Les calcaires sont plus riches. Dans les lits schisteux les coquilles sont écrasées et réduites à une empreinte blanche, mais dans les bancs compactes, le test est généralement noir. Une grande carrière est ouverte dans une masse de calcaires de 6^m, au sud de Belcodène. Les fossiles sont :

Melania scalaris Sow (1).

Mel. (*Hemisinus*) cf. *Gabrielis* Roule. 4 côtes spirales par tour, en partie granuleuses ; forme cylindrique. Longueur 20^{mm}.

Melania : 7 côtes longitudinales très saillantes en forme de crête, en travers de chaque tour, s'arrêtant à quelque distance des sutures, croisées de fines costules spirales visibles surtout à la base des tours.

Pyrgulifera lyra Math. (*Melania*). Cat. (2) pl. 37 fig. 8-10.

(1) Curtis, Sowerby, Lindley : On the fresh water formation of Aix in Provence, dans *Edinburg h's philosophical journal*, 1829. Ne pas confondre avec *Cerithium scalare* Math. pl. 40 f. 1, qui n'est que la columelle isolée de quelque *Mélanie*.

(2) Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles des Bouches-du-Rhône, etc. *Rép. des travaux de la Soc. de statistique de Marseille*, 1842 ; t. VI.

Melanopsis galloprovincialis Math. Cat. pl. 37 f. 1-6, rare, sensiblement de même taille qu'aux Martigues.

Paludina novemcostata Math. 1832, (1) pl. 1 f. 18-20.

P. bosquiana, moitié de la taille de la fig. 19, 20, pl. 37 de Math. Cat.

Neritina Brongniarti Math. Cat. pl. 38 fig. 4, 5.

Bulimus tenuicostatus Math. Cat. pl. 36 f. 19, 20 (*Melania*); Rech. comparat. p. 185 (2).

L'alternance des calcaires avec les argiles et les grès a environ 25^m, puis les calcaires prédominent et complètent cette assise par un faisceau de 30^m environ. Ce calcaire est gris, en gros bancs compacts entremêlés de quelques parties marneuses et schisteuses, parfois même charbonneuses (bifurcation du ruisseau de Peynier sous Bouteille). Ce calcaire est gélif. Beaucoup de bancs présentent une structure concrétionnée. La cassure montre des taches noires à fines zones parallèles concentriques : ce sont de grosses pisolithes de forme irrégulière, empâtées par un ciment de même nature et de couleur généralement plus claire. Au voisinage de la surface des bancs elles deviennent plus grosses et le ciment quelque peu argileux, de sorte que le banc, débarrassé par les injures atmosphériques de son délit marneux, semble hérissé de cailloux roulés. A Dalbésy, les nodules de la surface d'un banc sont entremêlés de sable marneux, le banc qui le recouvre étant sableux. Cet aspect noduleux est caractéristique de cette assise, dans le bassin supérieur du Lar. Ces calcaires renferment une faune très remarquable.

Bulimus proboscideus Math. Catal. pl. 37 f. 25, 26 (*Ampullaria*) et pl. 36, f. 1, 2. (*Limnaea affwuelensis*, *Glandina* Sandb. jeune du même). L'attribution de cette espèce au genre *Bulimus*, sensu lato, est juste : l'animal adulte a sa coquille pourvue d'un labre épaissi, en arrière duquel se creuse une légère fossette du côté extérieur, qui simule une dent à l'intérieur. Le dernier tour ne monte jamais sur les précédents pour former un *Lychnus*, comme l'a soupçonné M. Fischer, parce qu'on n'a eu jusqu'ici que des individus sans la bouche.

Bulimus sp. A. de taille médiocre.

Bul. tenuicostatus Math. (*Melania*).

Melania (Claviger) nerinaiformis Sandbg. Land-u. Süsswass.-Conchyl. pl. 4 f. 9; Roule *Bull. Soc. malac.* 1886 pl. 1 f. 3.

Mel. scalaris Sow.

Mel. Gourreti Roule. *Bull. Soc. malac.* 1884, f. 2; 1886, f. 2.

Melania C.

Neritina Brongniarti Math.

(1) Observations sur les terrains tertiaires du département des Bouches-du-Rhône et description des coquilles fossiles inédites ou peu connues qu'ils renferment; (*Annales des sciences et de l'industrie du midi de la France*, t. 3, p. 39; 1832).

(2) Recherches comparatives sur les dépôts fluviolacustres tertiaires des environs de Montpellier, de l'Aude et de la Provence (*B. Soc. d'émulation de la Provence*, 1861-62).

Auricula différant de *A. Requiemi* Math., d'Orgon, par un dernier tour proportionnellement moins grand.

Cyclophorus Sollieri Roule 1884.

Cyc. Heberti Roule.

Cyclotus primævus Sandbg., pl. 4 f. 8.

Paludina novemcostata Math. 1832, fol. 1 f. 18-20 Sandbg. pl. 4 f. 5.

Hydrobia.

Cyclas ?

Cyprina (Corbicula) cuneata Sow. 1829 (*Cyclas galloprovincialis* Math. 1842).

Le test des fossiles manque ordinairement et ils sont plus ou moins comprimés. Une grande épaisseur de marnes avec lits discontinus de calcaire et d'hématite testacée rouge et jaune se montrent dans le haut de cette assise le long de la route de Sisteron, au lieu dit la Pailladou (bifurcation des deux routes). Une *Melanopsis* voisine de la *galloprovincialis* des Martigues, mais à sutures plus profondes et de taille plus petite, y est abondante. J'y ai aussi recueilli *Paludina Deshayana* Math. pl. 37 f. 21, n. *Cyrena cuneata* Sow.

Dans le ravin de Peynier, il n'y a guère que 3^m de schistes noirs au sommet de l'assise, sous les deux derniers mètres de calcaire compacte, gélif. Des Corbicules avec leur test, des Unios peuplent cette couche.

Valdonnien du bassin de l'Huveaune ; Plan d'Aups.

Au sud de la Pomme on retrouve, avec une pente inverse, c'est-à-dire vers le sud, les calcaires sombres du Valdonnien, dans le voisinage de la Bouilladise. Ils existent aussi au nord des Boyers, au-dessus du calcaire à *Sphærolites Coquandi*, sous forme de calcaire compacte, gris, avec fragments de coquilles lacustres.

Au sud-ouest de Saint-Zacharie, le calcaire compacte, gris, se montre au-dessus du calcaire à Hippurites. J'y ai trouvé :

Melania scalaris Sow.

Paludina Bosquiana Math. pl. 37 f. 19, 20.

Neritina Brongniarti Math.

Unio.

Au Plan d'Aups, la coupe que j'ai donnée d'après Coquand, pour les couches marines, se continue, d'après le même géologue, de la manière suivante :

1. — Banc de calcaire jaunâtre éclatant à l'air en fragments irréguliers.
2. — Couches argileuses renfermant 5 couches de charbon, des rognons et même un petit banc régulier de fer carbonaté :
3. — Affleurements charbonneux non fouillés.
4. — Bancs assez puissants de grès quartzeux blanchâtres, avec ossements de reptiles.

5. — Bancs très épais de calcaire bréchiforme très résistant, à pisolithes bruns, avec couches concentriques.

6. — Alternances d'argile noirâtre.

7. — Barre de calcaire lacustre, 2^m.

Du n° 2 Coquand cite *Melanopsis*, *Neritina Brongniarti*, *Cyrena globosa*. Il faut ajouter : *Melanopsis lyra* Math. pl. 37 f. 9, Sandbg., *Melania scalaris* Sow. ?, *Paludina Deshayana* Math.

L'ensemble de cette assise lacustre aurait au Plan d'Aups, suivant Coquand, l'énorme épaisseur de 160^m.

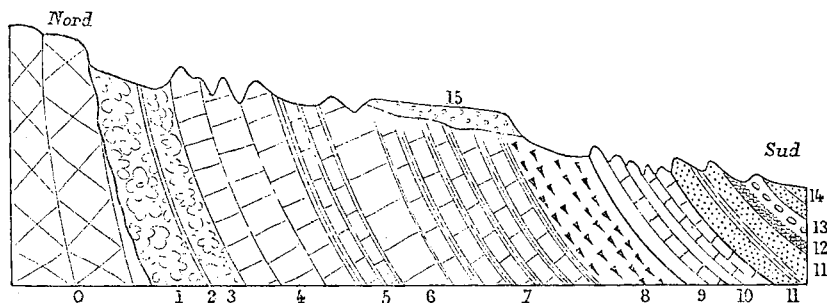
Valdonnien au Nord du Lar.

Au nord du Lar nous trouvons le Valdonnien à *la Fare*, représenté par des calcaires très marneux, gris, à *Melanopsis galloprovincialis*, reposant sur les couches marines. Non seulement, dans cette partie inférieure de la vallée, il a dépassé le Lar comme le calcaire à Hippurites, mais on le rencontre même dans la vallée supérieure, où il n'y a pas de dépôts marins supérieurs au Valanginien au nord de la rivière. Il est accolé directement au Jurassique supérieur de Sainte-Victoire jusqu'à l'est de Puylobier, puis au Valanginien de Pourrières. Il forme une bande est-ouest de couches relevées presque concordantes avec celles de ces étages.

A Puylobier, les ravins au nord-ouest du village fournissent la coupe suivante (1) :

Fig. 1

Coupe relevée dans les ravins à l'ouest de Puylobier.



(1) Le n° 15 de la coupe est un dépôt de blocs et graviers éboulés sur les pentes, d'âge pliocène ou quaternaire, dont quelques lambeaux subsistent sur les crêtes entre les ravins.

0. — Calcaire blanc en bancs assez réguliers, mêlés de couches magnésiennes, presque verticales.

1. — Marne jaune et rougeâtre, avec Bauxite remaniée, en nodules et fragments anguleux.

8^m

2. — Calcaire gris, blanchâtre, un peu marneux.

0^m50

3. — Marne panachée de blanc, de gris, de jaune, de violet, dans les tons clairs, comprenant encore un lit de calcaire blanchâtre, avec grains de calcaire dur.

6^m

4 — Calcaire compacte en bancs à peu près uniformément de 1^m, sans lits marneux intercalés. Ce calcaire débute par des bancs blanchâtres et tendres, bientôt remplacés par des couches dures, d'un gris sombre, parfois tachées de noir dans l'intérieur. La surface des bancs est bréchoïde. La surface générale est grise, aride, nue, facile à confondre de loin avec celle du Jurassique qui la domine.

20^m

5. — Calcaire marneux, marne blanchâtre.

10^m

6. — Calcaire gris foncé, dur, semblable à 4 ; alterne avec quelques lits marneux.

6^m

La couche n° 6 renferme :

Cyclophorus Sollieri Roule 1884, f. 10 (1).

C. Heberti Roule 1884, f. 8.

Bulimus proboscideus Math.

Lychmus elongatus Roule 1884, f. 12. La figure de M. Roule, bien que faite pour les échantillons de cette provenance, pourrait les faire considérer comme un peu plus aplatis qu'ils ne le sont en réalité. Ils le sont toutefois un peu plus que *L. pradoanus* de Verneuil et Lartet, de Segura en Aragon. Ils sont plus grands, plus longs, que ceux-ci. Ils n'ont pas au-dessus de la carène du moule cette légère gouttière que porte le *L. pradoanus*. Cette carène chez eux, disparaît sur le dernier quart de tour, bien plus tôt que chez l'espèce espagnole. Le bord de l'ouverture est formé près du faux ombilic par un bourrelet tout à fait aplati, tandis que dans le *L. pradoanus* ce bord est relevé dès sa naissance.

Un échantillon, venant de Pourrières, mais pris dans les calcaires marneux qui recouvrent immédiatement le n° 6, paraît aussi élevé que les échantillons de Segura. Il est malheureusement incomplet de la bouche.

Auricula.

Unio.

En descendant de Saint-Ser sur la ferme Bramefan, on peut remarquer les crêtes que les bancs 4 et 6 subverticaux forment au dessus des couches supérieures et inférieures plus tendres.

J'indiquai ces couches d'eau douce, en 1880, sous les nos 1, 2, 3 de la coupe de Puylobier, dans ma *Description géologique des environs d'Aix*. Mais je leur attribuai alors une épaisseur trop faible. La stratigraphie m'obligea dès cette époque à leur donner une date bien plus ancienne que ne l'indiquait la carte de Matheron qui la figurait comme le prolongement du Cengle. J'en fis l'équivalent des couches à Physes de Mimet (Bégudien). Cette opinion a été repro-

(1) Description de quelques coquilles fossiles du calcaire lacustre de Rognac. *Bull. Soc. malac. de France*, I, 1884.

duite par M. Roule en 1886 dans ses intéressantes *Recherches* sur le terrain fluviolacustre inférieur de la Provence (1). Depuis mes premières observations, ayant exploré en détail la région au sud du Lar, j'ai pu faire une comparaison approfondie des deux versants et je me suis convaincu que l'assise calcaréo-marneuse de Puylobier doit être vieillie encore plus que je ne l'avais fait. L'aspect si spécial, noduleux ou bréchoïde, des calcaires, la présence du *Bulimus proboscideus* (2), des mêmes petits *Bulimes* A, Auricules et Cyclophores dans les calcaires de Puylobier et dans ceux de Bou-teille au sud de Peynier, m'ont déterminé à identifier ces deux horizons.

A Pourrières, le long de la route de Rians, on peut relever la succession suivante, au-dessus du calcaire valanginien :

1. — Sable, marne bariolée avec rognons calcaires, 6^m.

2. — Calcaire en gros bancs compacts, gris, à grain fin, alternant avec quelques lits marneux ; calcaires cendrés ; bancs poudingiformes dans le haut. *Cyclophorus* cf. *Heberti* Roule, *Bulimus proboscideus* Math., 18^m.

A l'est de Pourrières ces calcaires compacts s'atténuent et au nord de Pourrières on ne trouve plus leurs affleurements formant la bordure du terrain lacustre. L'assise de Valdonne paraît représentée encore par quelques bancs de calcaire gris sombre, compacte, vers le point où la route nationale commence à descendre sur Saint-Maximin, après avoir franchi le petit plateau jurassique qui sépare le bassin du Lar de celui de l'Argens. Ce point forme la pointe méridionale du bassin lacustre d'Ollières. A l'est du village le même calcaire ne se retrouve pas sous les couches à Corbicules de l'assise du lignite. Au nord du bassin, vers la bergerie de la Marotte, la présence de la *Melania nerinceiformis*, du *Bulimus tenuicostatus*, du *Cyclo-tus primævus*, et même d'un fragment qui paraît avoir appartenu au *Bulimus proboscideus* permettraient à la rigueur de classer les dépôts inférieurs de ce quartier dans le Valdonnien. Mais la chose est douteuse et je décrirai ces couches avec le Fuvélien, ce qui aura l'avantage de morceler moins le bassin d'Ollières.

FUVÉLIEN

Au-dessus de la première assise d'eau douce vient le groupe du lignite et des Cyrènes striées (Corbicules). Cette assise a été désignée

(1) *Annales des sciences géologiques*. t. XVIII, 1886.

(2) Dans ma note sur la Bauxite, p. 338 (*B. S. G. F.*, 3^e sér. t. XV), à l'avant-dernière ligne, j'ai dit pour faire la comparaison des deux localités, que le *B. sub-cylindricus* se trouvait au sud de Peynier ; c'est *B. proboscideus* que j'ai voulu dire.

par M. Matheron par la lettre F sous le nom de *groupe des lignites* en 1862 dans ses *Recherches comparatives*; — par les lettres D et E en 1864 (1), cette dernière lettre répondant aux *calcaires à chaux hydraulique du Jas de Bassas*; — sous le nom de *Fuvélien* en 1878 dans ses *Recherches paléontologiques*. C'est l'assise A² de M. Roule en 1885.

Les bancs de lignite nombreux et la vaste étendue qu'ils occupent sont un caractère spécial à cette série. Elle est d'ailleurs très homogène dans le milieu du bassin du Lar. Elle consiste exclusivement en une alternance de calcaires dont quelques-uns fournissent de la chaux grasse, mais dont la plupart sont hydrauliques, avec des marnes et des lits de lignite. Extérieurement les calcaires sont blanchâtres, mais dans l'intérieur la plupart des couches tournent au noir par l'imprégnation de matières charbonneuses. Le test des fossiles, ordinairement à l'état crayeux, se détache en blanc.

Aucun banc de grès, jusqu'à celui dit la *barre rousse*, au dessus de la *mène de Fuveau*, dernière couche de lignite un peu notable, ne vient troubler la pureté des éléments calcaire et argile. La pâte des calcaires, comme celle des marnes, est fine et homogène. Le calcaire est souvent en dalles et en plaquettes admirablement stratifiées.

Les surfaces couvertes de Corbicules, de Mélanopsides, de Mulettes, sont parfaitement planes. Ces caractères contrastent avec ceux de l'assise précédente dans laquelle le calcaire est tout en bancs massifs et poudingiformes, à surfaces irrégulières. Ils montrent que les eaux de l'époque des lignites ont été très tranquilles dans la plus grande partie du bassin. L'abondante végétation marécageuse que la formation du lignite implique et dont nous trouvons des preuves dans les empreintes de *Rhizocaulon* et de *Nelumbium*, devait avoir pour effet de filtrer l'eau qui remplissait le bassin. Il semble que cette barrière se soit opposée à l'arrivée dans les parties tant soit peu éloignées du rivage des coquilles flottées d'origine terrestre. Nous trouvons celles-ci en abondance dans les autres assises d'eau douce, aussi bien au-dessus qu'au-dessous de l'assise à lignite, tandis que dans cette dernière les coquilles sociales d'eau douce, Corbicules, Unios, Mélanies, Melanopsides, peuplent exclusivement les dalles. Des Crocodiles, des Tortues, vivaient dans les hautes herbes de la nappe d'eau douce et y ont laissé leurs os, leurs dents et même leurs excréments.

(1) B. S. G. F. 2^e série t. XXI. Réunion extraordinaire de Marseille.

Fuvélien de Fuveau.

Au lieu de commencer la description des affleurements par le nord-ouest suivant l'ordre que je me suis généralement imposé, je ferai connaître d'abord le centre du bassin, parce que c'est là que l'assise offre au complet la série de ses couches et que l'affleurement y est bien exposé, entre Gréasque, Belcodène et Fuveau. La route nationale de Toulon à Sisteron coupe ceux-ci perpendiculairement entre le point culminant (413^m), au N.-E. de la Pomme, et la Bergerie basse ou Jas de Bassas, près Fuveau. Au sommet de la montée de la route nationale marqué 413^m, les marnes à Melanopsides sont surmontées par :

- | | |
|--|-------------------|
| 1. — Calcaire schisteux. | 1 ^m |
| 2. — Marne et trace de lignite. | 1 ^m |
| 3. — Calcaire gris sombre, avec <i>Melania (Claviger) nerinæiformis</i> Sandbg. | 1 ^m 50 |
| 4. — Calcaires divers. Au sud du kilom. 19affleure deux fois, par suite d'un petit rejet, la grande mène (1) de lignite. | 10 ^m |

Ces calcaires renferment :

Cyrena (Corbicula) concinna Sow. 1829. (*Cyclas galloprovincialis* Math. 1842.) Le mur (rousseau des mineurs du pays) de la grande mène en est pétri.

Paludina novemcostata Math. 1832.

Melania acicula Math. 1842.

Melanopsis cf. *galloprovincialis* (var. *minor*). Math.

5. — Calcaire noir et schiste avec *Cyclas numismalis* Math. 1842, *Cyrena concinna*. *Melania* (cf. *Cerith. gardanense* Math.)

Mauvaise mène, dont le mur est un calcaire très dur, avec de grandes flaches.

20^m

6. — Calcaire à ciment, au sud du kilom. 20.

1^m60

7. — Calcaires divers et mène de quatre pans.

9^m

De petites failles font réapparaître le ciment et la mène de quatre pans au nord du kil. 20 ; l'hectomètre 4 est sur le toit du ciment activement exploité.

8. — Jusqu'à la mène du gros rocher :

8^m

9. — Jusqu'à la mène de l'eau, à l'hectom. 6 :

20^m

10. — Jusqu'au débouché d'un chemin de raccourci venant du village de Fuveau, à la Galère.

Melania (cf. *Cerith. galloprovinciale*), *Cyrena concinna*, *Unio galloprovincialis* Math. en abondance, *Rhizocaulon*, débris de feuilles avec leur nervation scalariforme, *Nipadites*, écorce fibreuse du fruit.

8^m

11. — Quelques mètres au sud de l'hectom. 8affleure la mène de deux pans, entre deux bancs de calcaire un peu schisteux. Autour du kilom 21 : ensemble de calcaires souvent en gros bancs, parmi lesquels calcaire à

(1) Les affleurements des bancs (mènes) de lignite m'ont été obligeamment montrés sur le terrain par M. Vitalis, géomètre à Fuveau.

ciment dans le bas et *barre de la chaux grasse* dans le haut. Quelques menus lits charbonneux intercalés.

63^m

Melania acicula Math.

Melanopsis cf. *galloprovincialis* (*minor*) Math.

Melania Ollierensis Roule, sans côtes obliques sur le dernier tour.

Cyclophorus Heberti Roule.

Cyclotus primævus Sandbg.

12. — *Mène de Fuveau* ou de *Gréasque*. Toit de la mène de Fuveau : calcaire dur avec *Unio*, *Melania acicula*, *Cyclophorus Heberti* — Kilom. 22 : Calcaire à ciment et autres; *Melanopsis* cf. *galloprovincialis*, *Melanopsis* (*Pyrgulifera*) *rugosa* Math. pl. 37 f. 41. *Cyclas* de taille médiocre, couvrant certaines plaques.

20^m

13. — *Barre rousse* : grès dur, à grain fin, micacé, roux près de la surface, gris dans le fond.

0^m30

14. — Calcaire marneux en plaquettes (*lauves*), marne. *Cyclophorus Heberti* Roule, *Cyclas*.

45^m

15. — Calcaire à chaux hydraulique, pétri d'*Unio galloprovincialis* Math. var., *Cyrena cuneata* Sow. (*C. Brongniartiana* Math.) Quelques *Cyrena concinna* Sow. Calcaires divers.

24^m

16. — *Barre jaune* : Calcaire à pâte fine d'un jaune vif, aussi bien dans l'intérieur qu'à la surface, éclatant à l'air en fragments irréguliers. Affleure à la bifurcation de la grande route et du chemin de Gréasque.

Cette barre jaune est un calcaire tout semblable à celui que j'ai signalé dans déjàle Valdonnien p. 42.

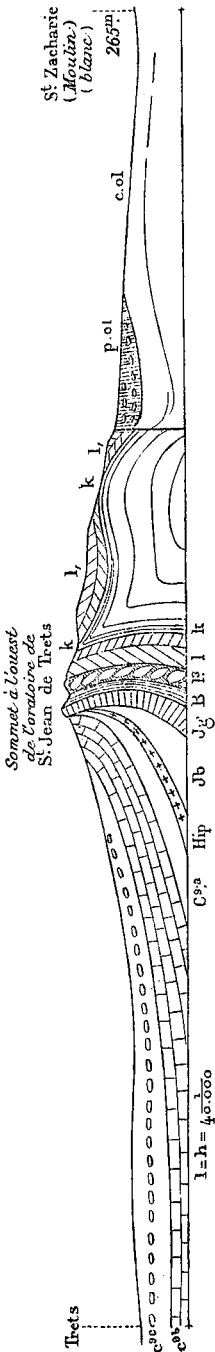
J'ai pris la barre jaune comme limite de la série des couches à lignite parce qu'elle est, par elle-même, ou par ses débris, assez facile à reconnaître, vu sa couleur jaune bien tranchée. C'est d'ailleurs vers ce niveau que cessent de se montrer les petits lits de plaquettes couvertes de *Melanopsis*, *Unios* et *Cyrènes* qui peuplent les couches à lignite.

La *Melania nerinæiformis*, la *Paludina novemcostata* de grande taille (*P. subcingulata* Sandbg.), se trouvent toujours vers la base des couches à lignite, à peu de distance de la grande mine. La *Cyclas numismalis* est confinée un peu plus haut. La *Melania rugosa* Math. paraît très rare : c'est vers le milieu que je l'ai rencontrée. Enfin certains fossiles se trouvent à tous les niveaux, ce sont : *Melania galloprovincialis* forme mineure, *Mel. acicula*, *Cyrena concinna*, *Melania* cfr. *Cerithium gardanense* Math., *Unio*.

Fuvélien de Trets.

L'épaisseur des couches comprises entre le mur de la *mène* de Fuveau et le toit de la grande *mène* est de 131^m au sud de Fuveau, d'après les renseignements fournis par M. Vitalis. Au sud de Trets il y a 106^m seulement, d'après M. Darodes, pour le même intervalle.

Fig. 2
Coupe de Trets au Moulin Blanc (Saint-Zacharie)



Il y a donc réduction d'environ un cinquième dans l'épaisseur des couches, de Fuveau à Trets.

A la base de la grande mène, M. Darodes a recueilli des feuilles d'un *Nelumbium* (1) que M. de Saporta a appelé *Nel. galloprovinciale* et des graines que ce paléontologiste rapporte au même végétal (2). Ces graines sont de la grosseur d'un pois, globuleuses, un peu ridées par la transformation en charbon, montrant un large hile. Les autres plantes de lignites, toujours rares, sont, d'après M. De Saporta : *Osmunda*, *Pistia*, *Nipa*, *Rhizocaulon*.

La grande mène de Trets contient encore des corps singuliers bi- ou trilobés qu'on est tenté, au premier abord, de prendre pour des fruits. M. de Saporta y a reconnu des paquets d'œufs de *Corydalites fecundus* Scudder, névroptère de la famille de *Scialedæ*. Les premiers échantillons de ce fossile proviennent de la Craie supérieure du Colorado, groupe de Laramie.

Dans les couches charbonneuses elles-mêmes de ce niveau, se trouvent assez fréquemment des carapaces d'une belle tortue, le *Pleurosternon provinciale* Math. (3), qui est devenue le type du genre nouveau *Polysternon* Portis (4) et des dents de *Crocodylus affuelensis* Math. Une portion de fémur de *Crocodylus Blavieri* Gray cité par Matheron, a été rencontrée dans la mène (couche) de quatre pans.

(1) De Saporta, *C. R. Acad. Sc.* t. XCIV, 3 avril 1882.

(2) *Revue générale de botanique*, avril mai 1890.

(3) Matheron, *Reptiles du bassin de Fuveau*, 1869.

(4) Portis : *Chéloniens de la mollasse vaudoise*.

Appendice concernant un nouveau genre de Chélonien de la Craie supérieure de Fuveau. *Mém. Soc. pal. Suisse*, 1882.

Les affleurements fuvéliens au sud de Trets rencontrent obliquement la crête jurassique de l'Olympe, contre laquelle ils se relèvent et s'écrasent. Le Jurassique a été poussé au-dessus d'eux et on cesse de les voir à l'est de l'oratoire St-Jean :

C9c — Grès et pisolithes, argiles sableuses rouges : horizon de la Bégude.

C9b — Calcaire à lignite et à Corbicules.

C9a — Calcaire compacte à *Neritina Brongniarti*, etc., visible peu à l'ouest de la coupe.

Hip — Calcaire à hippurites.

Jb — Calcaire blanc, dolomie, du Jurassique supérieur.

Jg — Calcaire gris : Jurassique moyen.

B — Schistes gris du Bathonien.

I³ — Calcaire roux avec silex: Lias moyen.

l, — Dolomies blanches et calcaires gris clair de l'Infràlias.

k — Argiles verdâtres du sommet du Keuper.

p. ol. — Poudingue et calcaires blancs de l'Oligocène et de la vallée de l'Huveaune.

Ils reparaissent toutefois pour un moment à la Boucharde, où, après avoir traversé des grès à pisolithes verticaux, qui appartiennent à l'assise supérieure, on trouve en continuant à gravir :

1. — Argile plastique, la même qui, à la tuilerie Audric, surmonte la mène de Fuveau.

2. — Calcaire gris à Cyrènes striées et Unios.

3. — Calcaire dur avec peu de Cyrènes et *Melanopsis nerinæiformis*. Faille, Infràlias.

Au sud de Pourcieux, l'ouverture de la carrière de marbre jurassique a montré que celui-ci surplombe des marnes avec traces charbonneuses qui contiennent :

Melania nerinæiformis, Math.

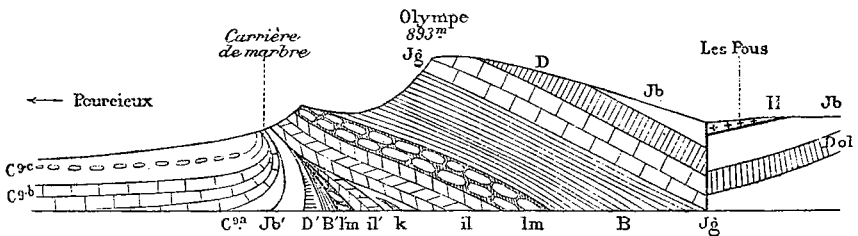
Mel. Colloti, Roule.

Paludina cf. *bosquiana* (1/2 de la figure de Matheron),

Cyrena concinna. Sow.

Fig. 3

Coupe de l'Olympe par Pourcieux.



C9c — Argile rouge, sableuse, grès grossier, du niveau des couches à Physes de la Bégude.

C9b — Calcaire noir à Corbicules, se voit, renversé vers le sud dans la carrière de marbre.

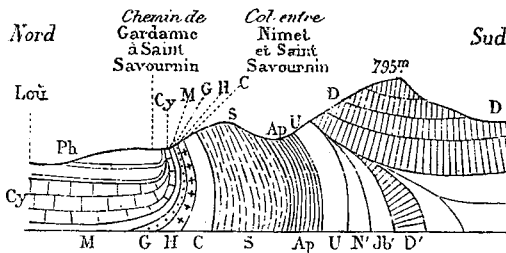
- Jb' — Calcaire compacte, blanchâtre, veiné de rouge, exploité comme marbre.
 Je l'ai d'abord attribué aux bancs clairs de l'Infralias, mais il pourrait bien être le calcaire blanc jurassique supérieur de la branche renversée du pli couché. C'est dans cette position que je le figure ici.
- D' — Dolomie et calcaire gris du jurassique.
- B' — Schistes bathoniens.
- l'm — il' — K : lias moyen, infralias, Keuper, figurés hypothétiquement de même que B' et D'.
- il-lm — Infralias, Lias moyen, formant abrupte.
- B — Schistes gris bathoniens, formant sur une grande hauteur les pentes raides de l'Olympe.
- Jg — Calcaires gris en assez petits bancs : Oxfordien.
- D — Jh — Dolomie et calcaire blanc du Jurassique supérieur.
- H — Calcaire à hippurites des Pous reposant sur le calcaire blanc du Jurassique supérieur par l'intermédiaire d'un lit de Bauxite.

Fuvélien autour de la montagne de l'Étoile.

L'affleurement des couches à lignite que nous avons suivi de Fuveau vers l'est forme une autre branche qui se dirige au sud à partir de Fuveau, contourne la pointe de Jurassique et de calcaire à Hippurites qui va du sommet de Reganas à la Pomme. Elle entre ainsi dans le bassin de l'Huveaune, passe à Valdonne, et après s'être retournée vers l'est, à la Bouilladisse, aux Boyers, à Pinchinier.

A l'est de Gréasque l'assise bégudienne recouvre la couche fuvélienne, mais bientôt, par une faille oblique, celle-ci réapparaît au sud de Gardanne (autour du Camp Jusiou) et en outre elle se relève et émerge à Mimet. L'affleurement de Mimet constitue une bande renversée qui commence vers le village de Cadolive (1), passe à Saint-Savournin et se poursuit à l'ouest de Mimet jusqu'à Babol, près Simiane. Refoulées et renversées par le massif de Mimet dont elles suivent le pied, les couches sont réduites dans leur nombre par suite des glissements et l'assise ne se signale souvent que par quelques lits de corbicules.

Fig. 4
 Coupe N-S par le sommet 795^m sur Mimet.



(1) Ce Fuvélien, avec un peu de Bégudien, est figuré replié sous le Jurassique, dans la coupe 3, passant au sud des Olives (Cadolive), que j'ai publiée en 1885, dans la *Revue des Sciences Nat. de Montpellier*, (Terr. jurassiq. des mont. qui séparent la vallée du Lar de celle de l'Huveaune).

- Ph — Calcaire et marnes à Physes; pisolithes volumineuses dans la partie supérieure. Au sud de la route de Gardanne à S. Savournin, occupant une faible surface, se montrent les couches à Physes renversées et plongeant fortement sud.
- Cy — Schistes à Corbicules et lignite.
- M — Couche rousse à *Melanopsis galloprovincialis* à test blanc, farineux.
- G — Grès et calc. tendre à fossiles marins.
- H — Calcaire à hippurites.
- C — Calcaire dur, compacte, blanchâtre, cénomancien ?
- S — Calcaires siliceux en petits bancs et schistes gris : Gault.
- Ap — Schistes à orbitolines : Aptien.
- U — Calcaire compacte blanchâtre : Urganien ? Pourrait aussi représenter les parties compactes du Valangien ou encore le Jurassique supérieur.
- D — Dolomie du Jurassique supérieur.
- N' Jb' D'. — Néocomien et Valangien, calcaire blanc du Jurassique supérieur, dolomie, hypothétiques.

A Babol, la bande s'étrangle complètement pour réapparaître à Siège jusqu'un peu au-delà de la station de *Bonela Malli*. Quelques recherches de lignite ont été faites dans ce lambeau. Les tranchées du chemin de fer m'ont permis de recueillir :

Melanopsis galloprovincialis Math. (var. *minor*.)

Melania Colloti Roule.

Melania cf. *nerinæiformis* Sandbg.

Cyrena (Corbicula) gardanensis Math.

Unio, débris de tortues, traces de lignite.

Fuvélien des Martigues.

Sur le prolongement, mais assez loin à l'ouest, se montre l'affleurement des Martigues, où les couches à petites Corbicules sont visibles au sud de l'étang en superposition normale aux autres couches du Crétacé supérieur. J'ai signalé déjà la présence de *Corbicula concinna* au milieu des couches à Mélanopsides. J'ai néanmoins conservé ces couches dans le Valdonnien, pensant que les Corbicules avaient pu vivre ici pendant que les couches à *Bulimus proboscideus* de Peynier continuaient à se former et que plus tard seulement elles auraient remonté l'estuaire jusqu'à Fuveau. Dans tous les cas il m'a paru qu'il fallait au moins ranger dans le Fuvélien les trente-cinq derniers mètres de couches visibles au bord de l'étang, à l'ouest de la villa St^e-Anne, non loin de la ville des Martigues. Ces marnes sont moins noires que les précédentes, prenant souvent des tons fauves. Elles sont aussi plus sableuses et renferment d'assez nombreux lits de grès. La *Melanopsis galloprovincialis* n'y est plus représentée par les grands échantillons typiques des couches inférieures, mais seulement par des individus plus petits, pareils à ceux

que j'ai déjà mentionnés, à diverses reprises, dans le Fuvélien de la région de Fuveau. La *Cyrena (Corbicula) gardanensis* Math. y est abondante. Ces couches paraissent avoir été méconnues par M. Roule (p. 64, A.).

Fuvélien au Nord du Lar.

Sur le versant nord du bassin du Lar le Fuvélien se montre auprès de Lafare et de Coudoux, jusqu'au nord de Ventabien, où la route d'Aix à Lafare le suit quelque temps. On y trouve :

Melania Gabrielis Roule, Nouv. rech. pl. 1 f. 6.

Mel. Colloti Roule, vers le bas de l'assise.

Mel. nerinæiformis Sandbg. échantillons du musée de Marseille, venant des Pipioux.

Melanopsis galloprovincialis var. *minor* Math.

Unio galloprovincialis Math., encroutée, avant son enfouissement, de calcaire concrétionné.

Cyrena (Corbicula) cuneata Sow.

C. (Corbic.) concinna Sow.

Cyrena numismalis Math.

On a reconnu quelques minces lits de lignite dans ces quartiers (1). Ces lits reproduisent les caractères et l'ordre de succession des bancs du Gros-Rocher à la Grande Mine. M. Villot en tire un argument en faveur de la continuité des bancs de lignite dans le bassin du Lar. J'ajouterai que cette continuité est bien en harmonie avec la composition pétrographique de l'assise de Fuveau. En effet, les calcaires à grain fin en bancs bien lités, même souvent feuilletés, gardant leurs caractères à de grandes distances, nous annoncent un dépôt effectué sur un fond largement plat et régulier, dans une nappe d'eau animée de mouvements très lents. Dans ces conditions la matière végétale qui a donné naissance au lignite devait se répartir avec uniformité.

Malgré la présence du lignite dans l'étage de Fuveau à Lafare, la couleur gris foncé bleuâtre qui caractérise les calcaires du même âge dans la région de Gardanne à Trets fait généralement défaut ici. Les calcaires ont une apparence plus cristalline et les fossiles ont mieux conservé leur relief. Ce sont, dans une certaine mesure, les caractères d'un dépôt travertineux opposés à ceux d'un dépôt vaseux. Nous sommes vers le bord du bassin d'eau douce tel qu'il était à l'époque de la formation du lignite. Les courants qui alimentaient cette nappe d'eau venaient de l'est. Cela a été reconnu par M. Matheron, confirmé par mes observations et celles de M. Roule. Ils passaient dans la partie médiane de la lagune, vers Gadanne et

(1) Voyez notamment Villot : Etude sur le bassin de Fuveau (*Annales des Mines*, 1883.) p. 46.

Martigues, peut-être même plus au sud. C'est autour de ces régions que les limons se répandaient principalement, sans arriver en grande quantité sur la rive droite du cours d'eau. Le calcaire formé par précipitation chimique, faiblement coloré, parfois concrétionné autour des coquilles, se fait remarquer en ces derniers lieux.

Il y a une grande interruption des affleurements fuvéliens de la rive droite de la vallée du Lar autour d'Aix, jusque vers Puylobier. Là les calcaires poudingiformes, en gros bancs, à *Bulimus proboscideus*, sont recouverts par des calcaires dont l'apparence contraste avec celle de la série inférieure. C'est le n° 3 de l'énumération p. 90 de la *Description géologique des environs d'Aix*.

Voici la composition de ce groupe (fig. 1 p. 45) :

7. — Calcaires gris bien lités, en petits bancs, de 5 à 30^m, quelquefois très finement gréseux, tombant en fragments prismatiques :

Melanopsis galloprovincialis var. *minor*. Math.

Melania Courreti Roule.

Corbicula cuneata ? Sow.

Unio Cuvieri Math. pl. 24 f. 1-3. Débris de plantes.

Un banc d'argile charbonneuse se montre à 6^m au-dessus de la base.

8. — Ensemble de quatre barres jaunes (calcaires et marnes d'un jaune vif), alternant avec des calcaires gris et des marnes très ravinées. La 2^e barre, à 2^m au-dessus de la 1^{re}, est la plus importante; elle a 1^m20 d'épaisseur. Ossements de tortue, 20-15^m.

A l'ouest de Puylobier, en descendant de *Saint-Ser* sur Bramefan, j'ai observé environ 30^m de marnes et calcaires tendres, gris, sur les calcaires à *Bulimus proboscideus*, puis une seule barre jaune, de 0^m,90 d'épaisseur, sur laquelle les marnes et calcaires gris reprennent leur succession, coupés, à 15^m sur la barre jaune, par deux bancs d'argile ligniteuse.

Un peu à l'est de Puylobier, j'ai remarqué dans le haut de cette assise marno-calcaire grise un banc d'argile plastique panachée, qui rappelle celle qu'on trouve à la tuilerie Audric, au sud de Trets, au sommet de l'assise de Fuveau.

A Pourrières, j'ai trouvé les calcaires gris à *Bulimus proboscideus* surmontés par :

1. — Calcaire schisteux, en plaquettes dures un peu gréseuses.	4 ^m
2. — Marnes et calcaires blanchâtres fendus en colonnettes, crayeux à la surface, sublithographiques à l'intérieur.	5 ^m
3. — Calcaire gris délité en plaquettes irrégulières.	1 ^m
4. — Calcaire marneux, blanc non schisteux, sauf un ou deux feuillets avec <i>Melanopsis</i> écrasées.	5 ^m
5. — Marne schisteuse.	1 ^m 50
6. — Calcaire compacte à taches sombres, diffuses.	0,30
7. — Premier banc de grès, blanc, fin (barre rousse?)	0,30
8. — Marne.	0,20
9. — Barre de calcaire jaune.	0,20

Ce sont les couches 2, 3, 4 de la série de Pourrière (*Descr. géol. Aix*, p. 89).

Une marne grasse, grise, puis rouge vient ensuite, comme celle que j'ai signalée à l'est de Puylobier.

Si le grès et le calcaire jaune, 7 et 9, ci-dessus, étaient la barre rousse et la barre jaune des mineurs de Fuveau, nous aurions là la fin de l'assise à lignite parfaitement tracée et les bancs de pisolithes, qui commencent immédiatement au-dessus de l'argile panachée, seraient concentrés dans l'assise de la Bégude, comme à Fuveau, et en marqueraient le commencement. La chose est assez vraisemblable, sans être démontrée.

L'analogie pétrographique m'a engagé à ranger dans le Fuvélien les couches que je viens de décrire sous ce titre à Puylobier et Pourrières mais il faut avouer que les Corbicules y sont très rares. L'on peut dès lors se demander, bien que je ne sois pas disposé jusqu'à nouvel ordre à regarder cette hypothèse comme l'expression de la vérité, si ces couches ne seraient pas un simple appendice supérieur du Valdonnien et s'il ne faudrait pas voir la représentation du Fuvélien, sous un faciès tout différent, dans les bancs de grès et pisolithes, avec marnes rouges, qui sont entre les couches ci-dessus et le village de Pourrière.

Bassin d'Ollières.

Le bassin aujourd'hui isolé d'Ollières comprend un ensemble de couches qui plongent toutes vers le centre du bassin. Elles reposent sur le Jurassique supérieur au nord et à l'est, avec une pente très modérée. Sur le bord sud-ouest, le Valanginien vient s'ajouter au Jurassique et la pente dans la zone du contact atteint à peu près la verticale. Sur le bord S.-E., qui regarde St-Maximin, le substratum est invisible. Dans le nord du bassin d'Ollières on peut observer la succession :

- | | |
|---|----------------|
| 0. — Calcaire blanc jurassique supérieur. | |
| 0. — Bauxite. | 2 ^m |
| 1. — Calcaire gris, quelquefois bréchiforme. Bergerie à l'est de la Marotte.
<i>Melania nerinæiformis</i> Sandbg.
<i>Mel. Gourreti</i> Roule.
<i>Cyclotus primævus</i> Sandbg. | |
| 2. — Partie invisible | 6 ^m |
| 3. — Sable siliceux grossier | 4 ^m |
| 4. — Calcaire gris. <i>Melania Colloti</i> Roule; <i>Melania</i> α, qui se retrouve dans l'assise du lignite, à Fuveau notamment, au-dessous et au-dessus des bancs à ciment (1). | |

(1) Cette espèce, de 25^{mm} de longueur, conique, présente dans le jeune âge des plis longitudinaux, sur lesquels prédominent plus tard quatre cordons spiraux découpés en tubercules allongés en travers de la coquille par les vestiges des plis longitudinaux.

Paludina novemcostata Math., *Bulinus tenuicostatus* Math., *B. proboscideus* ? fragment, *Cyclophorus Heberti*, *Cyclotus primævus*.

5.— Calcaires gris en petits bancs gélifs, mêlés de lits marneux se succédant dans la direction d'Ollières, sans autre particularité à noter que la grande rareté des Corbicules.

La couche 1 et peut-être vraisemblablement les couches jusqu'à 4, appartiennent au Valdonnien, mais la chose n'est pas sûre et pour ne pas émietter la description de ce petit bassin, j'ai décrit jusqu'aux couches lacustres les plus profondes de cette série à propos du Fuvélien.

Dans l'ouest nous trouvons à la base de la formation, vers les Tourrettes et Saint-Hilaire, des grès siliceux grossiers, lie de vin, et des poudingues à gros cailloux de calcaire blanc jurassique ou valangien, pris sans doute à peu près sur place. Au-dessus arrivent des couches de marne. Sur le chemin de Pourcieux à Ollières, voici la succession que j'ai relevée :

o — Calcaire blanc et rosé, jurassique et valanginien, séparés du lacustre par une petite faille.

1 — Marne et grès.	15 ^m
2 — Calcaire compacte, gris.	6 ^m
3 — Grès blanc et sable argileux rouge.	4 ^m
4 — Calcaire compacte, gris.	1 ^m 50
5 — Grès, sable, argile sableuse blanche et rouge.	10 ^m
6 — Calcaire compacte gris et blanchâtre. Le 3 ^e mètre, tendre, un peu schisteux, m'a fourni en abondance la <i>Melania</i> avec quelques <i>Cyclophorus Heberti</i> et rares <i>Corbicula</i> .	
7 — Sable et marne.	5 ^m
8 — Calcaire gris jaunâtre passant au grès ; calcaire gris marneux.	10 ^m
9 — Marne et sable.	15 ^m
10 — Banc de calcaire, gris, dur.	0 ^m 50
11 — Marne rougeâtre.	10 ^m
12 — Grès rosé horizontal. Le chemin y passe en tranchée. Peu après la Teoulière, une faille met fin à cette série de couches.	

C'est à l'est d'Ollières que le Fuvélien à Corbicules est le plus nettement représenté :

- Calcaire blanc jurassique, corrodé et offrant des protubérances de 2 à 3^m.
- Bauxite pure remplissant les dépressions du calcaire et le recouvrant totalement.
- Sable et gravier siliceux, micacés, panachés de rouge, de violet, de jaune, se mêlant dans le bas à la bauxite qu'ils ont remaniée. 20^m
- Calcaire jaune vif. 0^m50
- Calcaire blanc et gris clair, noduleux, à surface blanchâtre. 3^m
- Marne. 5^m
- Calcaire noir, à *Melanopsis nerinæiformis* Sandbg., suivi de calcaires à Corbicules avec *Melania Gourreti*, généralement plus schisteux.

— Ce calcaire supporte le village d'Ollières.

50^m

— Ensemble de bancs marneux et calcaires de couleur jaune, séparés par quelques bancs marneux gris. C'est la *barre jaune* du bassin de Fuveau, visible au S.-O. du village, dans les talus qui regardent vers celui-ci.

8^m

Certains bancs du calcaire à Corbicules sont bleuâtres à l'intérieur, mais la majorité est de couleur claire, au moins dans les affleurements. Les fossiles, dans ce calcaire un peu travertineux, pauvre en argile, ne sont pas aplatis; le test a disparu, sa place est vide et un enduit ocreux jaune tapisse les parois des moules. Nous avons déjà trouvé des caractères analogues dans les calcaires fuvéliens de Coudoux, appartenant comme ceux-ci à la bande nord des formations d'eau douce de cet âge.

La série des couches énumérées ci-dessus correspond au moins au Fuvélien complet, puisque nous trouvons à la base des calcaires la *Melania nerinaviformis*, qui ne se trouve guère que dans les niveaux inférieurs de cette assise. Il faut donc renoncer à en faire, comme moi-même je l'avais admis en 1880 et comme M. Roule l'a développé en 1885, un étage supérieur au Fuvélien, soit du Bégudien.

Fuvélien des environs de Brignoles.

La route qui part de Brignoles dans la direction du nord pour conduire au Val, passe à une chapelle désignée sous le nom de chapelle Notre-Dame. Celle-ci est perchée sur la dolomie jurassique, dure, finement cristalline, marbrée de rouge. En descendant sur le Val on trouve la surface de la dolomie de plus en plus rouge et au pied de la colline, la Bauxite qui s'appuie sur la dolomie. Cette roche est panachée, noduleuse et elle supporte elle-même la formation d'eau douce dont les couches sont très relevées, comme la bauxite et la dolomie. A partir du ruisseau qui cotoie la colline j'ai observé :

— Marnes et grès, dont la surface est cultivée; les bancs de grès sont bien visibles dans le haut de la petite montée qu'on franchit pour arriver au village.

— Calcaire marneux bleuâtre et jaunâtre; Cyrènes striées, *Melania* α , *Unio*. Du lignite a été exploité au sein de ces couches.

— Argile exploitée pour tuileries.

— Banc de grès à l'entrée du village.

— Marne rouge et blanche, grès... Faille.

Les grèssiliceux qui recouvrent la bauxite dans la vallée du Caramy jusqu'au nord de Cabasse sont le prolongement des grès que nous venons de voir envahir l'assise du lignite et des Corbicules au Val. M. Zurcher a d'ailleurs trouvé des petites Cyrènes striées intercalées

dans les sables à Vins. Il les a retrouvées également au milieu des sables qui, au Val de Camps, au sud de Brignolles, recouvrent les Hippurites. Elles existent à Bras (1).

Fuvélien de la vallée de l'Huveaune.

Le pied de la chaîne de la Sainte-Baume est jalonné par des bandes de calcaires à Corbicules. Une première, bordant la vallée de l'Huveaune, commence à l'est de Roquevaire, un peu au-dessus du point marqué sur la carte, le Fauge. Elle se porte au N.-E. pour atteindre les Lagets et passer au sud de la Gastaude. Avant cela, elle se bifurque dans le vallon de Vède, où une branche remonte jusque vers Daurengue. Du lignite est exploité dans le vallon de Vède où l'affleurement est le plus large, et j'ai recueilli çà et là : *Cypris*, *Melanopsis galloprovincialis minor*, *Paludina novemcostata*, *Cyrena (Corbicula) gardanensis* Math., *C. (Corb.) concinna* Sow., débris de plantes, notamment de *Rhizocaulon*. Ces bandes sont quelquefois très rétrécies entre les affleurements jurassiques et quelquefois même accolées au Trias entre Roquevaire et Auriol. Cette situation paraît résulter d'un jeu de failles et de superpositions anormales par glissement du Jurassique sur le dépôt lacustre : les Bosqs, sud des Lagets, S.-E. de la Gastaude (2).

Une autre bande commence dans la chaîne de la S^{te}-Baume, sous le hameau du Plan d'Aups, où elle a été l'objet, dans ces dernières années, d'une tentative d'exploitation, et se continue sous la crête d'hippurites et de dolomies jurassiques vers le N.-E., dans la direction des Haumèdes et du château de Nans, pour s'épanouir dans la plaine de la Bastide blanche à l'est de Nans. Des grès se trouvent dans cette plaine, appartenant peut-être au Valdonnien, mais ce sont surtout des calcaires marneux qui forment ces affleurements. Des *Cypris*, la *Paludina novemcostata*, la *Cyrena numismalis* Math., pl. 14 f. 5, des Corbicules, des débris de feuilles de *Rhizocaulon*, sont les fossiles que j'ai recueillis.

Une pointe des mêmes couches se retrouve au Vieux Rougiers, associée à des couches à hippurites.

Enfin, dans l'îlot de Recours, au S.-O. de Saint-Maximin, les *Cyrènes*, les *Melania nerinaeiformis*, *M. Gourreti*, *M. ollierensis*, se rencontrent dans des plaquettes noires.

(1) Communication verbale de M. Bertrand.

(2) Voir la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, feuille d'Aix et la description des plis du massif de la S^{te}-Baume, par M. Bertrand, *B. S. G. F.* 3^e sér., t. XVI, p. 748.

BÉGUDIEN.

Les calcaires à lignite sont recouverts par un ensemble de couches dont les premières affleurent à la montée de la Bégude, près Fuveau, et pour lesquelles M. Villot a proposé le nom de *Bégudien*. M. Matheron les a désignées d'abord sous le nom de *couches à physes de Mimet*, puis sous celui de *partie inférieure de l'étage de Rognac ou du Garumnien inférieur*. Elles ont constitué en 1862 les assises F¹ G G¹ et en 1864 F G H des coupes du même géologue. C'est, en 1885, l'assise B¹ de M. Roule.

Dans cette assise nous ne trouvons plus les Cyrènes striées, les Mélanopsides, qui ont pullulé dans la précédente, mais des *Physes* dans la partie centrale du bassin, des *Cyclophorus*, des *Paludomus*, des *Lychnus*, dans les parties littorales. La formation de lignites est à peu près terminée. Les calcaires ne sont plus en plaquettes, ils sont tuberculeux là où ils sont disséminés dans la marne, ou compactes, en bancs épais, là où l'argile est rare. Souvent ils présentent des tubulures irrégulières qu'on ne trouve pas dans l'assise précédente. A l'est de Fuveau, cette assise est envahie par les sables et les couches calcaires disparaissent dans la partie orientale du bassin du Lar. Les pisolithes calcaires, témoignages du mouvement des eaux, sont abondantes dans cette assise, aussi bien dans la région occidentale que dans les grès de l'est, où elles forment des bancs ayant l'apparence d'un poudingue. Entre Trets et Pourcieux des grains de quartz gras, gros comme une noisette, forment quelquefois le noyau de pisolithes grosses comme un petit œuf de poule. D'autres fois on trouve au milieu des concrétions un fragment de calcaire ou un petit débris de coquille. Des argiles panachées, des marnes bariolées, sont encore un élément à signaler, surtout vers la base, dans cette assise.

Bégudien du cours inférieur du Lar

L'affleurement le plus occidental dans le bassin du Lar forme une ligne de collines partant de la tour de Bruni, sur les bords de l'étang de Berre, pour aboutir sous Ventabren. Cette ligne est coupée par le Lar au moulin du pont de Velaux. Le pied des collines du côté du nord montre des couches marneuses et des pisolithes, tandis que la crête et le revers sud offrent une succession de gros bancs d'un calcaire gris clair, compacte, subcristallin. De grandes carrières y ont été ouvertes pour la construction de l'aqueduc de Roquefavour. Dans ces carrières on recueille :

Pyrgulifera Matheronis Roule 1884, f. 4.

Melania Kœhleri Roule 1884, f. 1.

Lychnus Marionis Roule 1884, 5 pl. f. 11; cfr. *L. pradoanus* de Verneuil et Lartet B. S. G. F. 2^e sér. t. 20, p. 684. S'il y a quelques différences entre le *Lychnus* du pont de Velaux et celui décrit par de Verneuil et Lartet du Garumnien de l'Aragon, elles se réduisent à bien peu de chose. Tout au plus la face supérieure serait-elle un peu plus convexe et la carène un peu plus accentuée dans ceux d'Espagne.

Bulimus cf. *lenuicostatus* Math. (1).

Physa galloprovincialis Math.

Cyclophorus cf. *heliciformis* Math. Ce Cyclophore désigné par M. Roule sous le nom de l'espèce de Matheron me paraît différer par ses tours plus arrondis dans leur section. Celle-ci est circulaire sur la fin du dernier tour, tandis qu'elle présente une forme un peu elliptique, à grand axe horizontal, sur les tours intérieurs; dans le *Cyc. heliciformis* de Rognac, les tours intérieurs sont nettement carénés comme le dit Matheron et la taille de la coquille est un peu plus forte. A Peyresc, à l'est de Ventabien, le calcaire bégudien, réduit en épaisseur, renferme en abondance les Cyclophores à tours arrondis.

Bégudien au sud de l'Étoile

Les affleurements qui vont de Gardanne à Mimet et Cadolive et de Gardanne à Gréasque sont formés de marnes et de calcaires. Les marnes sont grises, souvent panachées de teintes vineuses. Les calcaires sont gris, durs et tuberculeux, ou tendres, à cassure terreuse, avec des fossiles dont le test se détache en blanc. Ceux qu'on rencontre le plus sont les Physes et certaines Mélanies et Mélanopsides. Les pisolithes sont abondants dans le haut de l'assise. A Chateaubas cette assise débute de la manière suivante, au dessus de la *barre jaune* terminant l'assise du lignite :

— Calcaire gris plein de débris de fossiles; marnes.

— Lit de nodules de limonite testacée, précédant immédiatement :

— Grès micacé, ordinairement fin, avec nodules pyriteux, affleurant au nord de Chateaubas et des Moulières.

— Série des marnes et des calcaires à physes dont les couches se succèdent au sud de Chateaubas.

J'ai recueilli dans les couches bégudiennes de Gardanne à Cadolive et à Gréasque les fossiles suivants :

Melanopsis Munieri Roule.

Melania Gourretii Roule.

Melania gardanensis Math. sp. (*Cerithium*), bien conforme aux fig. 2, 3, de la pl. 40, par ses trois rangées de tubercules par tour. *Melania Gabrieliis* Roule, 1886, pl. 1 f. 6. Dans les derniers bancs calcaires de Gardanne à Simiane; la Dioie.

Paludina Mazeli Roule.

(1) Le *Bul. subcylindricus* cité par M. Roule est beaucoup plus grand que celui-ci et sénestre. D'ailleurs l'espèce a été créée par Matheron (pl. 34 f. 67) pour des échantillons de l'Eocène moyen du Montaignet.

Anostomopsis rotellaris Math. sp. (*Helix*, *Anostoma*) Sandbg.

Bulimus cfr. *tenuicostatus* Math.

Physa galloprovincialis Math. Catal.

» *doliolum* Math.

» *Draparnaudi* Math. Quelques échantillons très allongés et grès paraissent se rapporter à cette espèce, bien qu'elle ne soit citée que de l'assise de Langesse par Matheron et par Roule.

Limnæa.

Cyclophorus Heberti Roule.

Unio.

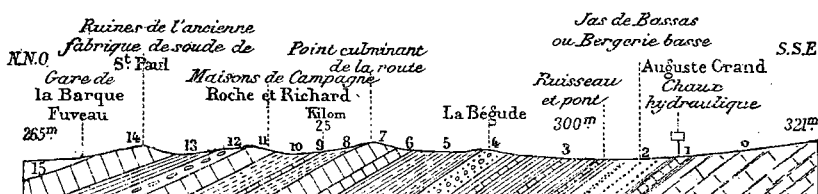
Chara, sporanges dans les couches supérieures.

Béguvien de Fuveau et de Trets; la Bégude

Le long de la route nationale qui passe à l'ouest de Fuveau l'assise de la Bégude montre la composition suivante :

Fig. 5.

Coupe des couches de la Bégude près de Fuveau, le long de la route de Sisteron à Toulon.



0. Calcaires du sommet de l'étage des lignites.
1. Calcaire jaune vif (*barre jaune*).
2. Trois bancs de grès fin (mouresques) intercalés dans la marne.
3. Alternances de calcaire et de marne, quelques lits fossilifères, notamment un lit noir, schisteux, à *Anostomopsis rotellaris*, *Cyclophorus Heberti*, *Paludina Mazeli*, *Melania Gourreti*. Ces bancs se retrouvent au sud de Fuveau à la chapelle St-Michel.
4. Grès dit *banc des meules*, avec pisolithes enfermant des Physes, des Unios.
5. Argile de couleur vive, ordinairement lie de vin.
6. Calcaire en petits bancs : Physes, Paludines, Cyclophores.
7. Calcaire compacte : banc St-Roch, forme à l'est le sommet du village de Fuveau : *Ampullaria Dieulafaiti*, *Melania Gourreti*.
8. Marne, cimetièrre de Fuveau.
9. Banc de calcaire qui va mourir dans la plaine, aux Beaumouilles.
10. Marne.
11. Calcaire compacte (banc *bidaou*) *Physa galloprovincialis*, *Paludina Mazeli*.
12. Pisolithes, qui se retrouvent à Mimet, au-dessus des Physes.
13. Marne.
14. Calcaire compacte : graines de *Chara*.
15. Grès bariolés, à Reptiles.

L'invasion des sédiments sableux qui s'annonce à Chateaubas par un banc de grès à la base de l'assise se manifeste dans la coupe de Fuveau par un assez grand nombre de bancs à divers niveaux. A Peynier et à Trets les grès commencent peu au-dessus de l'assise des lignites et excluent à peu près totalement le calcaire de l'assise bégudienne.

Cette circonstance a fait méconnaître l'existence de l'assise et figurer celle des grès à reptiles du Lar comme butant par faille contre le Fuvélien sous Saint-Jean de Trets (1). Ces grès représentent le Bégudien ; ils diffèrent de ceux de l'étage suivant (grès à reptiles), parce qu'ils renferment plus de quartz, qu'ils sont plus rouges, surtout dans les parties marneuses ; les autres sont souvent composés de débris de roches variées et plus polychromes. En outre, ils renferment les pisolithes habituels du Bégudien. Un beau banc vertical de pisolithes forme la base du Bégudien gréseux au-dessus de la Boucharde.

Bégudien de la partie nord du bassin supérieur du Lar.

A Puylobier et Pourrière les couches sont toutes gréseuses et marneuses au-dessus des calcaires jaunes qui représentent la barre jaune de Fuveau. A Puylobier, au-dessus des calcaires jaunes, il y a (coupe 1, p. 45) :

9 Grès fin, de couleur bise.	2 ^m
10. Marne et calcaire en petits bancs tubulés verticalement, pisolithes.	10 ^m
11. Grès fin.	12 ^m
12. Argile rouge panachée de violet.	4 ^m
13. Grès avec pisolithes calcaires.	3 ^m
14. Grès gris, fin, bancs très micacés ; marnes, grains versicolores, marne rouge sous les dernières maisons à l'ouest du village.	10-15 ^m

Des grès et argiles se superposent à ceux-là au sud du village jusqu'aux couches calcaires dites de Rognac et de Rousset.

A Pourrière la succession est la suivante, sur la barre jaune :

Marne grise, puis rouge.	15 ^m
Bancs de grès et pisolithes.	8 ^m
Marne rouge.	15 ^m
Grès sur lequel est bâti Pourrière et série de grès se développant dans la plaine.	

Bégudien d'Ollières.

A Ollières, les couches de la Bégude semblent retrouver leur

(1) Roule. *Recherches sur le terrain fluviolacustre...* pl. 2 f. 2 f. 10.

faciès calcaires. En effet le coteau placé à l'ouest du village, de l'autre côté du ruisseau, montre la succession suivante au dessus de la barre jaune :

Calcaire gris et marnes, avec *Melanopsis* analogue à *Mel. galloprovincialis*, mais de taille plus petite, devenant plus calcaire dans le haut. 40^m

Argile bariolée. 3^m

Marne et calcaire marneux en petits lits; quelques bancs calcaires sont tubulés. La route y passe en tranchée.

Lychmus, de taille médiocre. Pas de Cyrènes. 17^m

Ces couches butent vraisemblablement par faille contre les grès et sables de la Teoulière.

Béguvien du bassin de l'Haubeaune

Le point le plus méridional où j'ai retrouvé des traces de la faune béguvienne est au pied de la Sainte-Baume, un peu à l'ouest des Haumèdes. En suivant le sentier, comme pour aller à la Taulère; avant de traverser le ruisseau qui descend au nord, on trouve à sa gauche des couches d'eau douce qui paraissent représenter le Fuvélien et le Béguvien pris dans un repli de calcaire à Hippurites qui m'a été signalé par M. Marcel Bertrand (1). J'y ai rencontré l'*Anostomopsis rotellaris* et des *Physa*.

GARUMNIEN : I. — GRÈS A REPTILES

L'assise des physes de Mimet est séparée du calcaire de la barre de Rognac et de Rousset, qui vient plus haut, par une assise importante de grès bigarrés et marnes rouges. C'est le gisement de l'*Hypselosaurus priscus* et de l'*Aplolidemys Gaudryi*, décrits par M. Matheron en 1869. J'ai moi-même recueilli quelques débris du premier reptile dans les berges du Lar, au nord de Trets. M. Matheron a désigné ces couches en 1862 par la lettre H, en 1864 par I, et M. Roule, en 1885, par B². Je leur ai appliqué en 1880 la notation L₂. C'est le C^{9d}. de la Carte géologique au $\frac{1}{800000}$, publiée par le Ministère des travaux publics.

Cette assise gréseuse se distingue nettement à la Barque-Fuveau, à Gardanne, à Velaux, mais à l'est de Fuveau l'assise précédente étant aussi gréseuse, les deux assises se superposent sans distinction tranchée, sans limite saisissable. Les grès à reptiles, toutefois, sont en général mouchetés de vert et de rouge, avec paillettes de mica; ceux de l'assise inférieure sont de couleur plus uniforme.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVI, p. 761.

Dans la partie orientale du bassin de Lar les grès sont plus grossiers et ils prédominent sur les argiles. Celles-ci sont rouges, surtout dans la partie supérieure. Au contraire, à l'ouest, par exemple, dans les environs de Rognac, les grès sont très fins et cèdent même souvent la place à des marnes argileuses bariolées mais faiblement colorées. Quelques bancs de calcaire s'intercalent même dans ces argiles de Rognac, notamment dans le village et à la gare de ce nom, et entre la station et le village de Velaux. J'y ai recueilli :

Leptopoma Baylei. Math.

Pupa. sp.

Paludina. sp.

Ampullaria Dieulafaiti Roule 1884, f. 7.

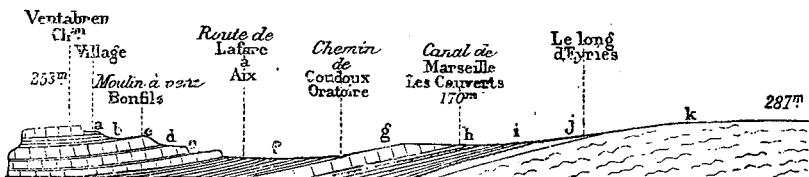
Au sud de Gardanne, sous la machine qui tire les wagonnets de la mine de lignite, la partie supérieure des grès formés de grains de quartz de différentes couleurs et entremêlés de bancs de marnes rouges bariolées, renferme des nodules de calcaire concrétionné dans lesquels on trouve des valves d'*Unio (Margaritana) Jourdani* Roule 1886, f. 12.

L'épaisseur des grès et marnes entre les calcaires de la Barque-Fuveau et ceux de Rousset est de 200^m environ.

GARUMNIEN : II. — CALCAIRE DE ROGNAC

Au-dessus des marnes et grès bigarrés précédents, l'importante assise calcaire, dite de Rognac, attire l'attention par les escarpements qu'elle forme. Elle a été désignée dans les coupes de M. Matheron, en 1862 et 1864, respectivement sous les lettres H' et K ; dans celles de M. Roule, en 1885, par B₃. C'est la partie supérieure de l'étage de Rognac ou du Garumnien inférieur de M. Matheron, en 1878.

Fig. 6
Coupe N. S., par Ventabren



Hauteurs : Longueurs = $\frac{1}{40.000}$

- a. Calcaire blanc éocène.
- b. Marne rouge.

25m
20m

- c. Calcaire noduleux et calc. compacte, blanc, rosé, gris vineux = calcaire de la barre de Rognac. 20^m
- d. Marnes. 20^m
- e. Calcaire gris, d'apparence un peu sableuse, deux bancs séparés par une couche marneuse, = calcaire du moulin du pont de Velaux à *Lychnus Marionis*. 15^m
- f. Marnes jaunâtres avec pisolithes dans le bas (visibles au moins à l'est de la coupe).
- g. Calcaire gris, marneux, en petits bancs, non noduleux, se délite en parallépipèdes ou en schistes. Cyrènes striées, Unios encroutées. Lits ocreux indiquant des affleurements de lignite. Dans le bas, quelques couches d'un gris sombre, tachetées rappellent l'assise inférieure de Belcodène-Peynier, *Unio*, *Melanopsis* cf. *Munieri*, *Cyrena numismalis*.
- h. Marne argileuse grise, *Melanopsis galloprovincialis* vers Lafare.
- i. Couches marines à hippurites. A Coudoux, ces couches, plus épaisses, se décomposent en :
1. Calcaires à foraminifères. *Bræckina*, *Lacazina* et *Janira*, quelques débris de rudistes,
 2. Marne.
 3. Grès roux fissile. *Ostrea acutirostris*, *O. Matheroniana*. Foraminifères. Débris végétaux.
 4. Calcaire gris à rudistes, en lits tuberculeux.
- j. Surface usée, perforée par les lithophages. Calcaire blanc oolithique, à grain fin. Calcaire en plaquettes, à débris organiques variés; petites réquiniés: Urganien.
- k. Calcaire un peu schisteux, jaune, à larges *Echinospatagus cordiformis*.

L'affleurement du calcaire de Rognac commence sous Ventabren, porte le village de Velaux, passe sur Rognac et la station de Vitrolles. Il tourne à Saint-Victoret pour s'éloigner de l'étang de Berre, auquel les escarpements précédents font face; il est coupé par le chemin de fer à la station du Pas des Lanciers, supporte les maisons des Pennes et celles du plan de campagne, puis vient expirer aux Chabauds, au nord de la station de la Malle.

Les mêmes calcaires reparaisent un moment entre Bouc et Simiane. Une nouvelle bande bute contre la faille de la Diote à Bouc, passe à Gardanne et à Rousset et fait le tour du Cengle par l'est, pour se relever dans les escarpements de Sainte-Victoire, où les calcaires de Rognac s'atrophient au milieu des brèches.

Le calcaire est blanchâtre, compacte, à Velaux, Rognac. A Gardanne, Rousset, il est gris, souvent crayeux ou schisteux.

Au Pas des Lanciers il est compacte, dur, gris, avec beaucoup de pisolithes, surtout dans la partie inférieure.

Calcaire de Rognac des parties inférieure et centrale du bassin du Lar.

Le calcaire du village de Velaux, la barre qui domine celui de Rognac, et la station de Vitrolles, m'ont fourni :

Lychnus Matheronis Requier.

Pupa sp.

Megaspira sp.

Cyclotus solarium Math.

Cyclophorus Luneli Math. La figure donnée sous ce nom par Sandberger (1) est beaucoup trop globuleuse et représente plutôt l'*Ampullaria Dieulafaiti*.

Cycl. heliciformis Math. 1832, pl 1, f. 16-17. Les tours intérieurs sont carénés, comme l'indique le texte de Matheron ; ce qui le différencie nettement du Cyclophore du moulin du pont de Velaux, dans le Bégudien, qui est d'ailleurs moins gros.

Cycl. cf. Heberti Roule, mais à tours plus arrondis, de taille plus petite que ceux de Puylobier.

Leptopoma disjunctum Math. sp.

L. fuscostriatum Sandberg.

Paludina Beaumonti Math. Aucun de mes échantillons, muni de son test, ne porte trace des carènes figurées par M. Roule sur l'avant-dernier tour de cette espèce (1886, pl. 1, f. 8).

Ampullaria Dieulafaiti Roule 1884, f. 7. = *Paludina subglobosa* Math. in litt., in Collot *Description d'Aix* = *Cyclophorus Luneli* in Sandbg. pl. 5, fig. 6.

Pyrgulifera armata Math. sp. (*Melania* ; *Hantkenia* Munier), type à côtes longitudinales, dans les couches inférieures ; variété allongée, inerme, sans plis longitudinaux, dans les couches supérieures, blanches : cf. Tausch, *Nicht marine Fossilien von Ajka*, pl. 1, f. 2.

Au nord du tunnel de la Nerte, un pont pour le passage du chemin des Martigues est établi sur la voie. A 100 mètres au nord de ce pont, se trouve une première couche de pisolithes calcaires grises. Au-dessus, des calcaires gris, tendres, forment la base du massif calcaire de la station. Parmi divers débris de coquilles j'ai trouvé dans ces calcaires tendres :

Cyclophorus heliciformis de taille médiocre = *C. Sollieri* Roule.

Leptopoma Baylei Math. in Sandbg.

Pyrgulifera armata Math. sp. (*Melania*) variété sans plis : Sandbg. pl. 5, f. 13.

Ampullaria Dieulafaiti Roule.

Des pisolithes calcaires sont très abondantes dans les bancs qui constituent la moitié inférieure du massif calcaire. Réunies parfois par un ciment marneux, gris, elles sont d'autres fois soudées par le calcaire, au milieu duquel elle se fondent. Les bancs supérieurs de l'assise sont durs et compacts. On peut faire des observations analogues autour de Saint-Victoret : tandis que le moulin à l'est du village est de calcaire compacte, un coteau au sud est couvert de pisolithes atteignant le volume d'un œuf de poule.

Au nord de Simiane, dans des calcaires gris, tendres, où le test des fossiles est crayeux et se détache en blanc, j'ai recueilli :

Lychnus ellipticus Math.

Leptopoma Baylei Math. in Sandbg.

A Gardanne, dans des calcaires tout pareils, sur la crête qui part

(1) Land-und Süßwasser-Conchylien pl. 5, fig. 6.

du village et se dirige au sud, j'ai trouvé, outre les espèces précédentes :

Cyclophorus Luneli ? Math.

Ampullaria galloprovincialis Math. Cette espèce ne serait-elle pas mieux placée dans le genre *Cyclophorus* ? Elle paraît absolument conforme aux figures du *Cyclophorus helici formis* Boissy in Desh. *An. s. vert.* p. 879 et pl. 57, f. 23-24, seulement elle est de la grosseur des figures, c'est-à-dire d'une taille double des individus de Rilly et des sables inférieurs du bassin de Paris. Quoi qu'il en soit de la position systématique de ce fossile, je remarquerai qu'il est beaucoup plus abondant aux environs de Rousset que dans l'ouest du bassin du Lar. Malgré cela on le retrouve aux Baux.

Au Canet les calcaires de Rognac renferment en abondance, dans certains lits schisteux, *Cyclophorus* cf. *Heberti*, *Pupa antiqua* Math. 1832.

A Rousset, j'ai recueilli *Lychnus*, *Bulimus salernensis* Math., *Pupa patula* Math., *Cyclostoma bulimoides* Math., *Cycl. (Leptopoma) disjunctum* Math. sp., *Ampullaria galloprovincialis* (1) Math., *Melania Kœhleri* ? Roule 1864 f. 1, avec seulement quatre côtes spirales granuleuses.

BORDURE SEPTENTRIONALE DE COUCHES D'EAU DOUCE DE LA NERTE ET DE L'ÉTOILE, ENTRE GIGNAC ET SIMIANE.

Au nord des chaînes de la Nerte et de l'Etoile, les couches inférieures à l'assise calcaire de Rognac présentent un faciès tout particulier. Les éléments détritiques siliceux sont rares et des cailloux calcaires bien roulés sont noyés dans une marne souvent presque blanche. Les cailloux sont du calcaire à Réquiéniés, du grès vert (Aptien ?), etc. Ces poudingues sont en contact avec l'Aptien à Gignac et avec le Gault dans la tranchée de Rébuty. On peut admettre que c'est par faille, mais la chose est d'autant moins certaine que la présence de calcaires à Réquiéniés et de roches vraisemblablement aptiennes dans le poudingue, peut faire penser que ces étages ont été ravinés au voisinage même du point où nous observons le poudingue et qu'il y a entre le Crétacé-inférieur et le Danien une discordance primitive.

Dans la tranchée de Rébuty cette assise débute par un poudingue à ciment calcaire ou marneux, blanc ou rosé, avec cailloux tantôt tous blancs, tantôt polygéniques, alternant avec des lits de

(1) Ces fossiles, signalés dans ma note de 1877 à la Soc. géol., ont été omis dans ma *Description géol. des environs d'Aix*, p. 91. Je renvoie d'ailleurs à cet ouvrage pour le surplus de la description de l'assise de Rognac autour du Cengle et pour le faciès de brèche du pied de Sainte-Victoire.

marne et de grès siliceux rosé. Au pont sur la voie le grès siliceux et la marne, dont la couleur dominante devient le rouge, persistent, à l'exclusion du poudingue. En poursuivant la coupe au nord on voit succéder en concordance les pisolithes et calcaires du Pas des Lanciers et de Rognac à ces grès et marnes. Cette bande de poudingues s'étrangle un moment au sud des Pennes et du mamelon 179 pour reprendre immédiatement après, au sud de l'Assassin, passer à Arnoux, Reynaud, les deux Ormeaux (au nord de la station de Bouc-la-Malle (1), Rossolin, Siège, près Simiane. En ce dernier point, les marnes avec cailloux roulés sont associées à des pisolithes et à quelques calcaires où j'ai trouvé *Cyclophorus heliciformis* Math. pareil à certains échantillons de la barre de Rognac.

Entre le poudingue et le calcaire de Pennes, il y a une masse importante de calcaire pisolithique qui forme la colline du Brusq et la colline 179^m. Une dépression marneuse où passent la route de Marseille à Martigues et le ruisseau du Merlançon, sépare ces collines du coteau calcaire des Pennes. Celui-ci est le prolongement de celui du Pas des Lanciers et de la barre qui domine Rognac. Par suite, les calcaires pisolithiques du Brusq sont à peu près l'équivalent du calcaire de la gare de Rognac, à moins qu'il ne faille les faire descendre, comme l'a indiqué M. Roule (pl. 1, f. 31) jusque dans le Bégudien.

Aux calcaires pisolithiques sont associées des couches de calcaire dur, et d'autres de calcaire gris brun, concrétionné, avec tests de mollusques crayeux, blancs :

Melanopsis turricula Math.

Physa doliolum Math.

Cyclostoma (Leptopoma) Baylei Math. in Sandbg.

Cyclophorus Sollieri Roule.

Margaritana Jourdani Roule.

Une recherche de lignite a eu lieu dans une marne noirâtre intercalée dans les couches de pisolithes. Quelques fossiles, difficiles à obtenir à cause du délitement de la marne argileuse, s'y rencontrent, notamment de petites Corbicules.

La bande lacustre que je viens de décrire est séparée, par une zone étroite de calcaire à Hippurites et d'Aptien, d'une autre bande du même terrain située parallèlement un peu au sud. Au sud-est du Pas des Lanciers son existence a été révélée par le tunnel et les puits du chemin de fer. On voit encore des poudingues et brèches roses sortis et accumulés autour de ces derniers, ainsi que M. Ma-

(1) C'est le n° 15 de la coupe 3, page 69, de la 1^{re} partie de ce mémoire, B. S. G. F., 3^e sér., t. XXVIII.

theron l'a fait connaître il y a déjà longtemps. La même bande se continue au pied de la colline de la Nerte, passe au coude de la route de Marseille près de l'Assassin, se dilate un peu à Sènière, est traversée en tranchée par le chemin de fer un peu au nord de la gare de Septèmes, et va se terminer au sud du Perroquet. Cette bande est, au sud, en contact avec l'Urgonien et le Néocomien, quelquefois même avec le Jurassique et le Trias (N. O. de Septèmes). Elle comprend comme la précédente des marnes et cailloux roulés, mais en outre une brèche à pâte rouge au voisinage du Néocomien. Dans les marnes associées aux brèches et poudingues on a fait quelques recherches de lignite, reprises dans ces dernières années et on extrait un peu de charbon. Voici les fossiles dont ces fouilles ont amené la sortie :

Pupa undulata Math. 1832, pl. 1, f. 6-7.

Leptopoma Baylei Math. in Sandbg.

Cyclostoma abbreviatum Math. 1832 pl. 2, f. 10-12.

Cyclophorus cfr. *Heberti* Roule : tours plus arrondis, taille plus petite que dans celui de Puylobier, conforme à celui du calcaire blanc de Velaux.

Melania gardenensis Math. sp. (*Cerithium*) à 3 rangs spiraux de tubercules, identique à ceux de la partie supérieure de l'assise à Physes au sud de Gardanne.

Melanopsis (*Campilostylus* Sandbg. 1875) grande, large à la base, plus conique que celle des couches à *Metanopsis* des Martigues.

Pyrgulifera armata Math. sp. variété sans côtes longitudinales, identique à celle de la base du calcaire du Pas des Lanciers (1).

Pyrgulifera plus grêle que la précédente, identique à des échantillons du calcaire blanc de Velaux.

Paludina cfr. *bosquiana* Math. pl. 37, f. 19-20.

Corbicula entre *concinna* et *cuneata* Sow., plus près toutefois de la première.

Au quartier de l'Assassin on a aussi fait une recherche de lignite, d'où, avec des marnes noirâtres, on a extrait un calcaire gris, finement gréseux, où les deux espèces de Corbicules paraissent coexister. Le retour des Corbicules, de formes plus ou moins identiques à celles du Fuvélien, est une conséquence du rétablissement du faciès charbonneux, pareil à celui des couches fuvéliennes. La tendance à la formation de combustibles paraît s'être perpétuée dans des couches un peu plus élevées, puisque M. Roule (p. 33) signale des fragments de lignite dans les calcaires de Rognac, au Pas des Lanciers et à Rognac même.

Au moulin des Cadenaux, une 3^e bande, plus méridionale, parallèle aux précédentes, mais beaucoup plus courte, est formée de

(1) J'ai entendu parler de *Paludina novemcostata* à propos de ce gisement de lignite : c'est probablement de quelqu'une de ces variétés de *Pyrgulifera armata* relativement lisses qu'il s'agissait.

brèche rouge avec parties marneuses et pisolithes, ainsi que de calcaires gris fauve, compactes, avec *Leptopoma Baylei* et graines de *Chara*.

ASSISES DE LA BÉGUDE ET DE ROGNAC EN DEHORS DU BASSIN DU LAR.

M. Matheron a fait connaître l'extension du terrain lacustre dans la chaîne des Alpilles en décrivant, soit en 1832, soit en 1842, des fossiles qui provenaient des Baux et d'Orgon. M. Roule, en 1885, a repris l'étude de ces couches sur les deux revers des Alpilles et elles se trouvent actuellement figurées sur les feuilles de la carte géologique au $\frac{1}{80000}$, d'Avignon et d'Arles, par MM. Carez et Fontannes. M. Roule attribue la partie inférieure des couches de Maussanne, des Baux, de Saint-Remy, d'Orgon, à l'assise de la Béguide et la partie supérieure à celles de Rognac. Je renvoie à son intéressant mémoire pour la description stratigraphique et paléontologique de ces gisements.

En face d'Orgon, de l'autre côté de la Durance, commence une petite bande de terrain lacustre qui borde le pied du Léberon, de la Chapelle Saint-Ferréol, près le Cheval Blanc, à Mérindol. Ce sont des grès siliceux, friables, rouges, au milieu desquels émerge une bande de calcaire gris avec silex blonds, branchus. Ce calcaire a environ 5 mètres d'épaisseur; j'y ai trouvé *Leptopoma disjunctum*, *Paludina*. La Mollasse, à peu près verticale, comme le Lacustre, s'appuie sur lui et l'a partiellement remanié. De gros blocs calcaires sont percés par les mollusques lithophages. Cette formation lacustre est attribuée à l'Eocène sur la feuille géologique d'Avignon au $\frac{1}{80000}$, mais je crois que c'est la suite du Lacustre des Alpines et l'équivalent soit des couches de la Béguide, soit de celles de Rognac.

Les lambeaux disséminés de Saint-Estève Janson, du moulin de Saint-Julien, près Rognes, de Lameinaud, près Meyrargues, signalés par moi dans le temps, sont des chainons qui relient entre eux le lacustre des Alpines avec celui des environs de Rians et les bassins du Lar avec celui de la Durance. M. Roule a préféré rapporter l'affleurement de Saint-Estève à l'horizon de la Béguide et des Physes de Mimet. L'attribution peut être exacte, mais la couleur blanche de la majeure partie du calcaire m'avait plutôt porté à y voir un calcaire de Rognac. Les fossiles, *Leptopoma Baylei*, *Leptopoma bulimoides*, n'ont rien de particulièrement concluant. Au moulin Saint-Julien, j'ai trouvé récemment, pour confirmer l'âge crétacé supérieur de cette petite bande, dans la partie superficielle,

noduleuse, d'un banc calcaire, *Lychnus ellipticus*, *Leptopoma bulimoides*.

J'ai signalé, en 1877 (1), l'existence du terrain lacustre crétacé et éocène inférieur autour de Rians. Ces couches ont été décrites en 1880 par moi-même et en 1885 par M. Roule. La route de Jouques à Rians les coupe au quartier de San Baqui (Saint Bache). Le premier dépôt est un poudingue rouge à gros éléments bien roulés, témoins d'une plage lacustre ou d'un lit de rivière. C'est bien le début de la stratification d'eau douce en ce point et là rien n'autorise la supposition qu'un glissement aurait fait disparaître une partie des couches. J'ai figuré (Pl. 3, coupe 13 de ma *Description géologique d'Aix*), une particularité du contact sur le Néocomien.

Une importante masse de grès gris recouvre ce lit de poudingue et est surmonté lui-même par le calcaire gris des Roques, à faune de Rognac. Les grès apparaissent ainsi comme l'équivalent des grès à reptiles de Rousset. Leur base pourrait à la rigueur être contemporaine des couches de la Bégude (2).

Aux fossiles que j'ai cités à la Lauvière, il convient d'ajouter *Leptopoma fuscostriatum* Sandbg., *L. disjunctum* Math.

À l'est de Rians, les grès par lesquels débute le Lacustre m'ont fourni une feuille de *Flabellaria longirachis* Unger, semblable à un palmier fossile du Crétacé supérieur de Muthmansdorf en Autriche.

M. Roule signale quelques lits calcaires, qui seraient apparemment à la base de ce grès et qu'il assimile aux couches de la Bégude. Cette assimilation est possible, mais j'avoue que la liste des fossiles me paraît différer trop peu de celle qui est fournie pour le calcaire supérieur, représentant la barre de Rognac, pour me créer une certitude.

Au bassin lacustre de Rians correspond de l'autre côté de la Durance le lambeau qui s'appuie sur le Néocomien entre Pertuis et Mirabeau (3). Des dépôts de même âge, consistant en graviers siliceux, argiles rouges, calcaires, existent à Moissac, Aups, Salernes, dans le Var. Je renvoie à la description qui en a été donnée par M. Roule (4).

M. Matheron (*Recherches paléontologiques*, 1878), range encore dans le Crétacé, sous le nom d'étage vitrollien, les calcaires à Physes

(1) *B. S. G. F.*, sér. 3, t. V, p. 448.

(2) *Descr. géol. env. d'Aix*, p. 103.

(3) Id. p. 105.

(4) *Rech. sur le terrain fluviolacustre*, p. 85.

de Langesse et les calcaires qui dominent Vitrolles, près Rognac. J'ai trouvé que la séparation entre le Crétacé et le Tertiaire est plus nette et plus pratique, faite au-dessus des derniers *Lychnus* et de la barre calcaire de Rognac. Au point de vue stratigraphique, il n'y a de séparation tranchée nulle part jusqu'au-dessus des calcaires du Montaignet, de Cuques, de Roquefavour, car tout ce Lacustre forme une seule série sans discordance d'un terme à un autre. Toutefois comme les couches que je viens de citer sont indubitablement de l'Eocène moyen, il faut bien se décider à mettre quelque part au-dessous, à travers cette série concordante, la séparation des systèmes crétacé et tertiaire.

Aucun argument paléontologique ne s'oppose d'ailleurs à ce classement : une seule espèce dont la position stratigraphique n'est pas même bien certaine, ne peut pas, par ses affinités plus ou moins crétacées, indiquer d'une façon décisive la place à donner à la couche qui la renferme. Cette considération me permet de reporter un peu plus bas qu'en 1880 et que ne l'avait fait M. Matheron, la limite du Crétacé et du Tertiaire (1). D'ailleurs, le Crétacé reste encore bien riche et le Tertiaire inférieur trouve un peu plus de place pour la représentation de ses divers étages.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — UNITÉ DU GOLFE CRÉTACÉ DE LA BASSE-PROVENCE.

J'ai fait dans ce mémoire la description du terrain crétacé des Bouches-du-Rhône en citant dans chaque assise les fossiles que j'y ai rencontrés moi-même et en mentionnant soigneusement pour chacune ses caractères pétrographiques. Cette dernière partie du travail m'a paru bien utile pour aider à retrouver les couches, lorsqu'en parcourant le terrain on ne trouvera pas de fossiles sur la coupe qu'on voudra contrôler, autant que pour faire connaître la physionomie de chacune. On pourra aussi d'après cela se faire une idée des variations qu'a subies la sédimentation dans le temps et dans l'espace. Le polymorphisme du Gault à ce point de vue est remarquable. D'autre part, c'est cette attention donnée à la physionomie des couches qui m'a aidé à retrouver à Puylobier les couches les plus anciennes de la formation d'eau douce, dont les fossiles ont confirmé la détermination. Il me reste maintenant à discuter et reconstituer l'hydrographie à l'époque crétacée et à présenter dans une vue d'ensemble l'histoire des eaux crétacées dans la région.

(1) *Desc. géol. Aix*, p. 100. *Math. Rech. pal.*

Dans le sud des Bouches-du-Rhône et la partie voisine du Var, il y a trois bassins, ceux du Lar, de l'Huveaune et la petite région du Beausset, séparés par les chaînes de la Nerte, de l'Etoile et de l'Olympe, entre les deux premiers et par celle de la Sainte-Baume entre les deux derniers. On a supposé que ces grandes rides avaient partagé la mer crétacée, et plus tard la lagune d'eau douce, en golfes dans lesquels se seraient formés des dépôts restreints à la cuvette de ces golfes.

M. Matheron, en 1864, à la réunion de Marseille (1) parle de Peynier, de la Pomme, du Plan d'Aups, des Martigues, comme de points littoraux, à propos de l'assise à *Melanopsis galloprovincialis*, inférieure au lignite. M. Marion, en 1872, dans la Revue scientifique, figure sur une carte, des découpures analogues dans la mer sénonienne et en donne le détail dans son texte (2). Tout dernièrement encore, M. Villot, en 1883, manifeste la croyance que la vallée du Lar, à l'époque où les eaux douces se sont substituées aux eaux marines, était limitée au sud par les calcaires secondaires qui forment actuellement les montagnes (3).

Les dépôts ne sont pas confinés dans les vallées.

Il résulte de la présente étude que ces idées sont fausses. Si les dépôts crétacés paraissent confinés dans les vallées, nous les voyons aussi dominer parfois le pays voisin et s'élever jusqu'au sommet des collines séparatives des bassins. C'est le cas des calcaires à Hippurites de Regagnas. Le rivage qui limitait la mer n'était donc pas là. Les Collets rouges ou Têtes rouges d'Allauch sont formés de calcaires sénoniens par 600^m à 700^m d'altitude. Il en est de même tout le long de la chaîne de Garlaban : le pic qui porte la croix de Garlaban englobe lui-même dans un repli de son sommet un lambeau de calcaire roux crétacé supérieur. Dans la Sainte-Baume ce terrain est porté à 800^m et n'est dominé par le Crétacé inférieur qui forme la crête culminante que grâce au renversement de celui-ci par-dessus lui.

Les limites actuelles ne sont pas des lignes de rivage.

Les couches crétacées ne viennent nulle part finir sur le pied de

(1) *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XXI, p. 527.

(2) Géolog. et Paléontol. de la Provence, *Rev. sc.*, 21 décembre 1872, p. 585.

(3) Etude sur le bassin de Fuveau, p. 45, p. 52, p. 585. (*Annales des Mines*, juillet-août 1883.)

ces montagnes comme sur un rivage. Lorsqu'elles s'y arrêtent parallèlement à l'axe de la montagne, elles sont séparées d'elle par des failles, ou bien elles se relèvent en suivant la courbure des strates plus anciennes qui les supportent, comme pour passer par-dessus la montagne et se rejoindre d'un bord à l'autre de la chaîne.

Dans la Sainte-Baume (1), dans l'Olympe (2), dans l'Etoile (3), le Crétacé supérieur a si largement participé aux poussées qui ont donné son relief au sol, qu'il a été renversé en même temps que le Jurassique et le Crétacé inférieur sous les plis couchés qui forment le trait caractéristique de ces montagnes (4). On pourrait dire, il est vrai, que ces grands mouvements ont été précédés par d'autres actions qui ont doté ces chaînes d'une première saillie, par laquelle elles auraient dominé les eaux du Crétacé supérieur.

Il n'en est pas ainsi. Toutes les fois que le contact normal du Crétacé et de son substratum est visible, on constate qu'il n'y a entre eux aucun défaut de parallélisme motivé par l'approche de la montagne. Les couches crétacées ne s'y terminent pas en biseau sur les roches plus anciennes.

Si donc on déplisse les strates jurassiques et crétacées, si on remet au même niveau les parties séparées par des failles, de manière à ramener ces strates dans la position qu'elles avaient au moment de la formation des calcaires à Hippurites et du lignite de Fuveau, on aura une vaste cuvette à peu près unie s'étendant sans interruption notable, depuis le Luberon jusqu'à la mer dans les parages de Toulon. Aucun obstacle n'existerait à la jonction des lits crétacés entre les bassins de la Durance, du Lar, de l'Huveaune, du Beausset. Cette jonction était effective, sur l'emplacement des montagnes actuelles, avant que les dislocations et les dénudations eussent fait disparaître les dépôts de ces lieux.

Ilots crétacés au milieu de régions autrefois considérées comme émergées.

Des témoins de la continuité primitive existent. Lorsque j'ai rencontré aux Pous, au milieu même du massif de l'Olympe, un

(1) Voir les coupes du massif de la Sainte-Baume, publiées par M. M. Bertrand, et la feuille d'Aix au 1/80000.

(2) Voir la coupe 3, p. 52.

(3) V. Collot, Terrains jurassiques des montagnes qui séparent la vallée du Lar de celle de l'Huveaune. (*Rev. des Sc. nat. de Montpellier*, 1885) coupe 3.

(4) L'allure est la même au nord de la vallée du Lar : voir les coupes de la pl. IV de la *Descript. géol. env. d'Aix*. Le lacustre figuré comme adossé par faille à du Jurassique renversé doit plutôt s'enfoncer sous celui-ci.

ilot de calcaire à Hippurites, cette trouvaille n'a pas été pour moi une surprise. Ce Sénonien, sensiblement parallèle au Jurassique supérieur sur lequel il repose, est tombé le long d'une faille, dans une dépression, et a été préservé, grâce à cette position, pour attester l'ancien recouvrement du massif par la mer sénonienne. Le petit lambeau de Berne, plus à l'ouest, celui de calcaire lacustre de Recors, nous donnent le même enseignement.

Les modifications des dépôts ne se répètent pas sur les bords opposés des bassins contigus, mais se poursuivent à travers leur ensemble.

Si chacun des bassins dans lesquels est aujourd'hui morcelé le terrain crétacé de la Basse-Provence occidentale avait été ainsi limité dès l'origine, nous verrions certaines modifications se produire parallèlement à ses bords. Il n'en est rien. D'abord il n'y a pas, dans le Crétacé supérieur, de poudingue formé de débris du Jurassique ou du Crétacé inférieur le long de l'Etoile, de l'Olympe, de la Sainte-Baume. Cela est au moins vrai partout pour les couches marines. Quant à la formation d'eau douce, il y a lieu de rappeler ici l'existence de brèches contre Sainte-Victoire et de poudingues au nord de la Nerte, entre Gignac et Simiane. Ces accidents, d'ailleurs d'une étendue restreinte, n'intéressent que la partie la plus récente du Crétacé, alors que commençaient peut-être à se dessiner les premiers reliefs qui ont abouti à la séparation actuelle des bassins.

La présence de plantes terrestres dans les grès de la Mède ne prouve pas que les couches urgoniennes de la Nerte placées au sud de ce gisement étaient émergées et nourrissaient ces végétaux terrestres. On se trouverait conduit à admettre aussi que les bancs où se sont enfouis ces fossiles ont été formés aux dépens de ce relief urgonien. Or celui-ci est de pur calcaire, tandis que les grès de la Mède sont faits de fins grains de quartz. Les eaux courantes venues de l'est qui ont amené ce sable et dont l'influence est d'ailleurs attestée par la présence de mollusques saumâtres, suffisent à expliquer l'apport de ces débris végétaux.

Les bassins élémentaires sont allongés entre des groupes montagneux orientés à peu près est-ouest. Les variations dans la nature des sédiments, dans leur épaisseur, dans la faune, devraient se reproduire symétriquement au nord et au sud de chaque bassin et de même des deux côtés de la crête séparative de deux bassins contigus. On s'attendrait à trouver sur l'axe de chaque bassin un maximum d'épaisseur. Rien de pareil n'existe. Il y a augmentation dans

l'épaisseur et le nombre des assises quand on s'éloigne du bord septentrional d'un bassin, mais cet accroissement ne s'arrête pas au milieu du bassin, il se continue jusqu'au bord sud. Bien plus, il demeure acquis lorsque nous passons du premier bassin à un autre plus méridional et se développe encore à travers celui-ci.

Dans le bassin de la Durance nous ne trouvons d'autre Crétacé que le Néocomien et les couches lacustres supérieures au lignite de Fuveau. Sur le bord septentrional de celui du Lar (St-Chamas, Lafare), la série est encore rudimentaire puisqu'elle manque des étages compris entre l'Urgonien et le Turonien supérieur ou le Sénonien. Dans la bande sud du même bassin, à laquelle appartiennent les Martigues, Simiane, Mimet, la série est plus complète, car chaque étage crétacé est représenté. A Méjean, sur le bord de la mer, en prolongement de la vallée de l'Huveaune, le Sénonien est plus épais et plus varié qu'entre la Mède et Martigues. Et encore, il n'est pas dit que nous en voyions les dernières couches. Dans le massif de la Sainte-Baume, cet étage est de même plus épais qu'au sud de Peynier.

A la Bédoule et Cassis l'Urgonien a plus d'importance qu'à Allauch et Peipin qui sont à peu près sur le même méridien dans le bassin de l'Huveaune. Sur un Aptien bien développé, le Cénomaniien prend une énorme puissance dans les premières localités, tandis qu'à Allauch, l'Aptien manque et le Cénomaniien est bien rudimentaire, et qu'aux Martigues même, il est loin d'être aussi puissant et complet, ainsi que l'a déjà remarqué M. Hébert. La zone à *Inoceramus labiatus* qui ne se montre même pas dans le bassin du Lar, ou à peine peut-être aux Martigues, est bien développée dans les environs de Cassis.

Dans le milieu du bassin du Beausset, qui est au sud de la Sainte-Baume, la série est bien autrement complète que sur le bord septentrional du Plan d'Aups, où elle se réduit au Valangien, au calcaire à Hippurites et à la série d'eau douce.

Je vois un fait de la même nature dans la particularité signalée par M. Villot (1), « que toute la lisière sud à partir de la concession de Peypin et Saint-Savournin, jusqu'à l'extrémité occidentale du lambeau dit de Gardanne, entre Simiane et Mimet, a toujours donné des épaisseurs de charbon beaucoup plus favorables que le centre du bassin ; là toutes les couches, y compris la Mauvaise Mine, sont exploitables, sauf en de rares passages. »

Ainsi, nous voyons des zones et même des étages entiers dispa-

(1) Loc. cit. p. 45.

raître de la série et l'épaisseur totale diminuer à mesure que nous allons du sud au nord à *travers les différents bassins*. Ce fait concourt avec ceux précédemment exposés pour nous faire considérer le Crétacé des vallées de la Durance, du Lar, de l'Huveaune, du Beausset, comme des lambeaux découpés dans un grand golfe dont le rivage était au nord et le maximum de profondeur sur les bords de la Méditerranée. Les couches crétacées étaient primitivement continues du nord au sud. C'est une conclusion en harmonie avec celle que j'ai proposée déjà pour les couches lacustres en 1877 (1), en même temps que j'affirmais l'importance prépondérante des mouvements du sol postérieurs au Lacustre ancien pour la formation du relief de la contrée.

Les variations sont ordonnées par rapport à un rivage continu régnant à l'Est.

Nous trouvons un autre rivage du golfe crétacé à l'est. Nous savons par les remarques qui ont été faites par M. Matheron sur l'atténuation des éléments détritiques des couches lacustres de l'est à l'ouest, et par moi sur leur nature pétrographique, qui leur assigne pour origine les massifs cristallins des Maures et de l'Estérel, qu'il y avait de ce côté une terre émergée d'où descendaient des cours d'eau. D'ailleurs ceux-ci ont manifesté leur influence bien avant le Lacustre, puisque les bancs de sable siliceux associés aux calcaires à Hippurites, vont en augmentant de l'ouest à l'est. Réduits à peu de chose autour de Regagnas et au Plan d'Aups, ils forment plus de la moitié de la masse et alternent à quatre reprises avec les calcaires, à Mazaugues, où des morceaux de feldspath cristallisé, gros comme des noisettes, s'y rencontrent facilement. Dans l'est du bassin du Beausset, les épaisses accumulations de sable siliceux qui envahissent de bonne heure le Crétacé ont la même signification.

En même temps l'influence des cours d'eau qui coupaient le littoral se fait sentir par l'existence des Cyrènes et autres mollusques d'eau douce à la base du Cénomaniens du Revest. Les couches d'eau saumâtre que M. Depéret a si heureusement suivies au-dessus du Turonien à Allauch et à la Mède, avec leur caractère plus nymphéen à Allauch qu'à la Mède, dérivent de la même cause.

Les variations que nous avons constatées du sud au nord du golfe crétacé se retrouvent dans chaque bande qui s'allonge de l'ouest à l'est dans les vallées du Lar, de l'Huveaune, du Beausset. Elles pro-

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. V, p. 458-460 (*Sur une carte géol. des environs d'Aix*).

cèdent de l'ouest à l'est perpendiculairement au rivage commun. Les lignes qui limitent à l'est les assises successives se trouvent ainsi ordonnées à peu près nord-sud, parallèlement au rivage oriental qui enveloppe tous nos lambeaux crétacés.

Dans la bande nord du bassin du Lar, les couches marines, Urgonien, calcaire sénonien à Hippurites, couches à *Ostrea acutirostris* de Saint-Chamas, Coudoux, n'arrivent pas jusqu'à la partie supérieure du cours du Lar. En continuant à marcher vers l'est, en sortant du bassin du Lar, nous voyons la lacune augmenter encore à la base des couches crétacées. Non seulement il n'y a plus de couches marines, mais le lacustre qui débutait à Puylobier par les couches à *Bulimus proboscideus* ne paraît avoir rien ou presque rien au-dessous des couches à Cyrènes striées à Ollières et au Val, tandis qu'à Salernes ce sont des couches supérieures, celles de la Bégude, d'après M. Roule, qui commencent la série.

Dans la bande sud du bassin du Lar les divers termes s'atténuent aussi de Martigues vers Simiane et Trets, à l'est. Tous les étages crétacés sont représentés à la Mède par des épaisseurs de sédiments qui rendent leur existence impossible à méconnaître. La partie moyenne de la série se condense dans quelques mètres à Sousquière, près Simiane. Au-delà de Mimet il n'y a plus trace du Cénomanién, ni du Turonien, et dans la montagne de Regagnas, c'est sur le Jurassique supérieur perforé que les hippurites s'appuient, supportant à leur sommet les couches d'eau douce.

L'Aptien qui, à la Mède, n'est formé que de marnes à Céphalopodes, revêt à partir de Gignac et du Rove un faciès tout à fait littoral dans sa partie supérieure gréseuse et glauconieuse, avec lamelli-branches et gastropodes variés et abondants.

Dans le bassin de l'Huveaune, tandis que la série est à peu près complète sur les bords du golfe de Marseille, entre Niolon et Méjean, nous voyons les termes moyens se réduire à fort peu de chose à Allauch, puis l'Urgonien, le Néocomien disparaître successivement dans la chaîne de Garlaban, de sorte que dans la haute Huveaune, vers St-Zacharie, il n'y a plus trace d'autre chose que des calcaires à Hippurites et des couches lacustres. Nous trouvons toutefois encore un peu de Valangien sur le revers sud de la Lare (entre l'Huveaune et le Plan d'Aups); il y a même un peu de Néocomien à St-Cassian, se rattachant à celui de la crête de la Ste-Baume. Mais à Mazaugue toute trace d'étages intermédiaires entre le Jurassique et le calcaire à Hippurites fait définitivement défaut.

Coquand, dans sa description géologique de la Ste-Baume (1) dit : « Les nombreuses failles qui dépècent la contrée à chaque pas et dénivellent les couches n'ont laissé apparaître que la partie supérieure de la craie moyenne (2) et la craie blanche (étage santonien) ». Les failles sont nombreuses dans le pays, c'est vrai, mais il y a des lacunes qui ne leur sont pas imputables, et s'il faut, comme le dit Coquand, aller réclamer au dehors de la chaîne les couches inférieures, jusqu'à la base du Cénomaniens inclusivement, mes études d'ensemble, poursuivies de proche en proche, m'ont démontré que cela tient simplement à ce qu'elles ne se sont pas déposées dans ce pays. Il y a une lacune provenant de la stratification elle-même et non de la dynamique.

Dans le bassin du Beausset l'atténuation du Crétacé est moins apparente que dans les autres; toutefois la partie où la série est la moins complète et la moins épaisse, est bien encore, d'après M. Toucas, le bord oriental.

RÉGIME DES EAUX DANS LE GOLFE CRÉTACÉ DE LA BASSE-PROVENCE.

Il résulte des descriptions d'étages et de la discussion à laquelle je viens de me livrer que la mer crétacée a eu un minimum d'étendue correspondant à l'étage du Gault ou à celui du Cénomaniens. Cet état sépare deux phases, l'une *régressive*, l'autre *transgressive*. Pendant la première, la mer a abandonné graduellement des espaces qu'elle devait reconquérir en partie pendant la seconde. Pendant cette dernière, les eaux de la mer se sont changées en eaux douces, mais l'empiètement de la nappe aqueuse n'en a pas moins continué vers le nord et vers l'est jusqu'à la formation des dernières couches que nous considérons comme crétacées.

Pendant qu'une partie du Crétacé inférieur se trouvait mise à découvert par suite du retrait de la mer vers le S.-O., une érosion notable de ces couches a pu avoir lieu. Elle a fait disparaître certaines d'entre elles sur de grandes surfaces et elle n'a laissé que des témoins juste suffisants pour nous montrer qu'elles s'étendaient plus à l'est qu'on ne le croirait d'après leurs seuls affleurements continus.

C'est ainsi que le Valanginien de Pourcieux, Saint-Hilaire, Pourrière, est isolé, non par des dénudations récentes qui auraient enlevé ses prolongements à travers l'ensemble des couches crétacées, également emportées, mais par une action antérieure à la formation du Daniens ou même du calcaire à Hippurites. En effet, le Lacustre

(1) *Soc. d'émulation de la Provence* 1864, p. 81.

(2) Les calcaires à Hippurites.

le long de Sainte-Victoire jusqu'à Puylobier, à Ollières, le calcaire à Hippurites de Regagnas et des Pous, reposent directement sur le Jurassique. Or, ces affleurements, où il y a lacune du Valangien et du Néocomien, font couronne autour du gisement de Pourcieux, Saint-Hilaire, Pourrières, qui n'a pourtant pas pu, en sa qualité de dépôt marin, se former dans un bassin fermé.

Dans le bassin crétaé qui embrassait tout le sud des Bouches-du-Rhône et la partie voisine du Var, quelques inégalités du fond de la mer et des courants ont pu d'ailleurs troubler l'uniformité de la sédimentation. Il est possible qu'on doive expliquer par des actions de ce genre les faits suivants. On sait que l'Aptien et le Gault, qui sont représentés dans le massif de la Nerthe proprement dit, s'évanouissent entre la Mède et les Martigues, c'est-à-dire exceptionnellement dans la direction de l'ouest, de sorte qu'il n'y en a plus trace autour de cette ville. La même exception se présente entre Ensué et Méjean, point cependant plus éloigné du rivage nord du bassin.

La succession des couches d'eau douce aux couches marines ne résulte pas d'un exhaussement du sol puisque les sédiments déjà transgressifs pendant la vie des hippurites le sont devenus davantage après. L'extension graduelle des dépôts d'eau douce au nord et à l'est, tandis que la mer s'était retirée au sud-ouest, indique un mouvement de bascule. Un haut fond s'élevait au sud pour intercepter la communication avec la mer, tandis qu'un abaissement se faisait dans la direction du nord-est, pour permettre la plus large extension des sédiments. C'est peut-être à l'établissement de quelques reliefs par voie de soulèvement dans la direction du sud-ouest qu'il faut attribuer les brèches et poudingues qui remplissent l'assise inférieure au calcaire de Rognac, dans la tranchée de Rébuty, à l'Assassin, aux Cadenaux, à Sènière, à la Malle et jusqu'à Siège, près Simiane.

La transition du régime marin à celui d'eau douce s'est faite d'une façon lente et ménagée, car les couches auxquelles succèdent les sédiments d'eau douce ne sont pas des dépôts de mer profonde. Les petits *Cardium* (*C. Itierianum*, *C. Villeneuvevianum*), les *Ostrea acutirostris* et *Turritella* (*Glauconia*) *Coquandi* des dernières couches salées marquent la présence d'eaux saumâtres et paraissent appartenir à un estuaire. Au dessus les fossiles d'eau salée font tout à coup défaut. Le passage d'un faciès à l'autre s'est poursuivi constamment dans le même sens et s'est fait sans retour d'eaux salées et de faune marine.

Il paraît d'ailleurs s'être effectué d'une façon sensiblement simultanée dans tout le golfe, et je n'ai rien vu qui confirme les paroles

de M. Matheron : (1) « Il semblerait résulter de tous ces faits qu'il a dû exister dans la cuvette de l'ancien bassin de Fuveau des parties plus ou moins étendues qui ont conservé pendant un certain temps des eaux plus ou moins salées, tandis qu'ailleurs les eaux étaient saumâtres ou douces ». Il n'est pas invraisemblable, en effet, que la région ouest, autour des Martigues, ait conservé sa salure plus longtemps que la région de Brignolles, Ste-Baume, Beausset, parce que de ce côté-ci arrivaient les eaux douces. Mais dans ce cas, il devrait y avoir des coquilles d'eau douce entraînées de la région amont complètement dessalée et mélangées après leur mort aux coquilles marines ou saumâtres vivant encore dans la région ouest. Comme je ne connais rien de pareil, je suis peu disposé à admettre l'hypothèse que je viens de formuler.

Il est vrai qu'il y a à la Pailladou, près la Pomme, des couches à *Melanopsis* séparées des couches marines du même quartier par les calcaires à *Neritina Brongniarti* et Mélanies. Ces calcaires manquent aux Martigues. Faut-il admettre que ces *Melanopsis* sont contemporaines des *Melanopsis galloprovincialis* des bords de l'étang de Berre, et que les calcaires à *Neritina* sont synchroniques des dernières couches saumâtres des Martigues? Je ne le crois pas, car les *Melanopsides* de la Pailladou sont assez différentes de celles des Martigues et notamment plus petites. Je pense que les calcaires à *Neritina*, entre Peynier et la Pomme, équivalent aux premiers dépôts à *Melanopsis* des Martigues, où ces gastropodes sont de forte taille.

Les couches à *Melanopsides* de la Pailladou peuvent correspondre aux couches à *Mélanopsides* plus élevées des Martigues, où la taille est un peu moins forte et où ces gastropodes se mêlent avec *Melania nerinæiformis* et avec des *Corbicules*. Pendant la formation des calcaires à *Neritina*, le régime des eaux douces était établi de part et d'autre, mais avec des populations différentes par suite des conditions de profondeur, de vitesse du courant, de limpidité.

On a souvent cherché à établir un contraste entre la répartition des eaux du Lacustre ancien, comprenant l'assise de Rognac et l'Eocène du Cengle, du Montaignet et de Cuques, et le Lacustre oligocène, de la formation à gypse, d'autre part. Cette manière d'envisager la géographie ancienne de notre région est encore accréditée chez quelques géologues, puisque je trouve dans l'important mémoire de M. Villot sur le bassin de l'Arc, l'affirmation suivante (2) : « entre

(1) Loc. cit., p. 21.

(2) B. S. G. F., 2^e sér., t. XXI, p. 327.

le dépôt du calcaire de Cuques et celui des marnes et des poudingues des Milles (1), il y a eu incontestablement un mouvement important de bascule qui a émergé tout le bassin de l'Arc et fait passer par le détroit des Milles toutes les eaux du lac de Fuveau au nord de la chaîne de la Fare ». Le contraste qu'on a voulu établir est loin d'être aussi accentué qu'on l'a représenté, En effet les eaux douces n'avaient pas attendu la fin de l'Eocène moyen pour passer au nord de la chaîne de Lafare, dans le bassin de la Durance, puisque dès l'époque de la formation des grès à reptiles ou tout au moins dès celle du calcaire de Rognac, toute la vallée inférieure de la Durance, en aval de Mirabeau, était occupée par ces eaux. Ce fait était connu pour Orgon, j'y ai ajouté Saint-Estève-Janson, Rognes, Reclavier, les vallées de Jouques et de Rians, pour la rive gauche ; le pied du Leberon, les coteaux en face Peyrolles, pour la rive droite. Pour Orgon, d'après M. Roule, qui a revu ces gisements, l'invasion remonterait même jusqu'aux couches de la Bégude. Une note récente de M. Caziot (2) recule cette invasion bien au-delà, en admettant que les couches à *Bulimus proboscideus* situées à la base de la formation lacustre des Alphilhes sont contemporaines des couches de Peynier qui renferment ce gastropode.

Les eaux douces se sont maintenues dans cette région pendant l'Eocène, bien qu'il ne nous en reste pas de nombreux témoins. Nous en avons aux deux extrémités du bassin de la Durance, à l'est les marnes et calcaires de Pigoudet, près Rians, et à l'ouest, selon M. Roule, les calcaires supérieurs d'Orgon.

Si les eaux douces s'étaient largement répandues au nord de la limite qu'on leur a assignée, bien avant le commencement de la formation à gypse, réciproquement celle-ci n'est pas restée concentrée au nord de cette barrière et elle s'est largement développée au sud, sur l'emplacement de l'ancien lac de Fuveau et de Rognac. Les dépôts détritiques qui en font partie s'avancent, en effet, au S.-O. de Cabriès, sur le plateau d'Arbois, prêts à franchir les limites du bassin du Lar pour passer dans celui de l'Huveaune. A l'ouest, ils dépassent ce qu'on peut appeler la largeur du détroit des Milles, puisqu'au signal de la Cordière, à l'ouest d'Eguille (306^m), ils dominent de toute leur épaisseur le plateau de Néocomien et d'Urgonien qui s'étend entre Lafare et Saint-Cannat. Il est vraisemblable que primitivement ils couvraient ce plateau.

(1) Base de la formation à gypse.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 363.

VARIATIONS D'ÉTENDUE DU GOLFE CRÉTACÉ.

En réunissant les indications fournies par le présent mémoire à celles apportées par d'autres auteurs sur le S.-E. de la France, nous allons tenter une topographie approximative des mers crétaées dans cette région.

J'ai relevé ce fait que le Néocomien des Bouches-du-Rhône est débordé à l'est par certains étages crétacés plus récents. Cela conduit à admettre qu'il ne s'est pas déposé sensiblement plus à l'est que les derniers points où nous le voyons, ou qu'il a de bonne heure disparu, emporté par la mer ou par les érosions atmosphériques. Dans les deux cas cela suppose un relief, au moins un haut fond, dans la partie centrale du département du Var, pendant la période crétacée.

D'autre part, Hébert avait déjà fait remarquer que le faciès littoral prédomine dans le Néocomien à mesure qu'on se porte du nord des Basses-Alpes vers les limites de ce département avec le Var, à Castellane, Escragnoles, Séranon. Il indiquait qu'une terre comprenant les Maures et l'Estérel et une large bande de Trias et de Jurassique avait formé le rivage sud de la mer crétacée (1). Contre ce rivage, il y a des superpositions transgressives qui en révèlent l'existence. C'est, dans le bassin de la Durance, la contrepartie de ce que j'ai constaté sur le versant méditerranéen. Une coupe schématique donnée par Dieulafait (2) montre les couches à *Am. ptychoicus*, les marnes à Ammonites ferrugineuses, le Néocomien, l'Aptien, le Gault transgressifs et venant chacun à son tour s'appuyer sur les couches à *Terebratula moravica*, lorsqu'on passe de Castellane à Andon, la Malle, Caussol. Plus loin, à Vence, nous voyons même le Cénomaniens à *Orbitolina conoidea* superposé directement aux calcaires blancs du Jurassique supérieur (3).

C'est le resserrement et le relâchement alternatifs de la ceinture formée par la mer crétacée autour du relief sur lequel se produisaient ces transgressivités, que nous allons tâcher de suivre (4).

Les couches *infranéocomiennes* épousent assez fidèlement les faciès du Jurassique supérieur sur lequel elles reposent. Au sud de la vallée de Vauvenargues et de l'étang de Berre elles sont formées

(1) Documents pour servir à l'hist. du terrain crétacé du S.-E. de la France : *B. S. G. F.*, 21 août 1871, p. 161.

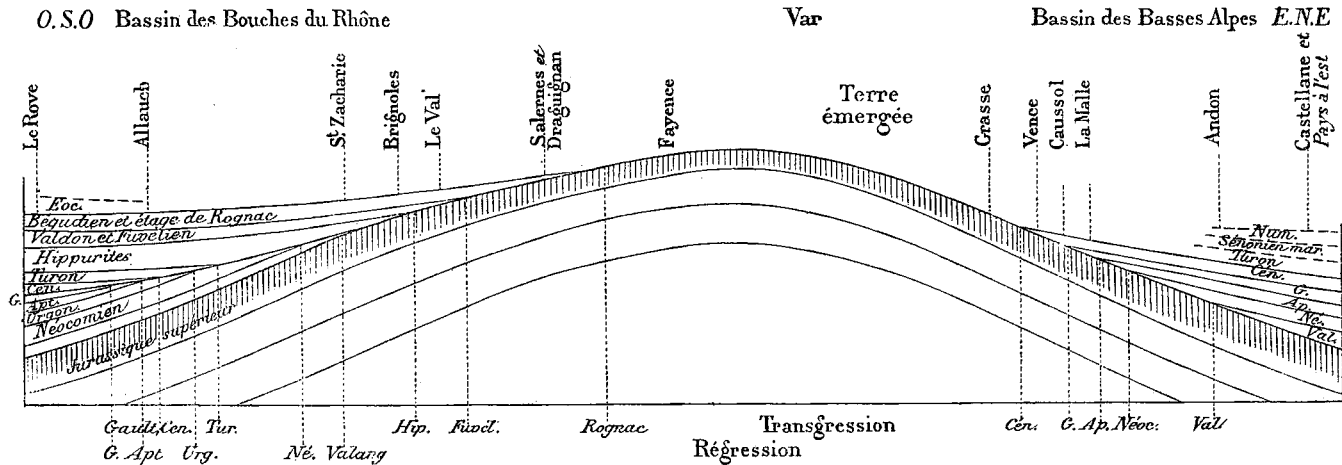
(2) *B. S. G. F.*, 2^e sér. t. XXVII, p. 254.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e sér. t. V, p. 735.

(4) Voir la carte. Pl VI

Fig. 7.

Coupe schématique à travers la Basse-Provence montrant l'extension relative des étages crétaés.



Cette figure montre les limites des étages jusqu'au Crétacé supérieur dans les Bouches-du-Rhône et jusqu'au Cénomaniens dans celui des Basses-Alpes; elle rappelle encore la superposition concordante de l'Eocène d'eau douce au Danien d'eau douce dans le premier bassin, tandis que dans le second, l'Eocène (Nummulitique) est marin aussi bien que le Crétacé supérieur et moyen qu'il accompagne.

de calcaires blancs à Nérinées, comme le Jurassique supérieur, tandis qu'au nord elles sont constituées par des calcaires marneux à Céphalopodes, comme les calcaires gris du Jurassique supérieur. Aussi le contraste est-il plus grand entre le Néocomien et l'Infra-néocomien qu'entre celui-ci et le Jurassique.

Le *Néocomien*, par ses sédiments plus grossiers, plus variés, par sa faune où les céphalopodes ont cessé d'être l'élément prédominant, montre un caractère plus littoral que toutes ces formations, surtout que le Jurassique. Il présente ce caractère non seulement dans le sud des Bouches-du-Rhône, mais même dans le nord de ce département et dans la partie contiguë de celui du Var. Il y a donc eu à l'époque néocomienne une extension du faciès littoral, sans doute parce qu'un relief, émergé ou non, s'est avancé dans la mer néocomienne qui l'a bordé de dépôts de ce faciès.

La surface minima couverte par la mer néocomienne comprend le bassin du Beausset, la Ste-Baume. De là la limite s'avance par Nans, St-Zacharie, Belcodène, Trets, St-Maximin, Varages, Tavernes, Aups, Brovès, St-Vallier, Caussols, Vence, Nice.

La pointe que la limite ainsi tracée forme vers l'ouest, en dehors de la ligne droite par St-Zacharie et St-Maximin, est pour tenir compte de l'absence du Néocomien entre le Jurassique supérieur et les Hippurites au sud de Peynier et aux Pous, dans le massif de l'Olympe. La partie orientale de la ligne a été tracée d'après ce fait que la Craie de Rouen repose sur les couches à *Terebratula moravica* à Caussols (Dieulafait) et à Vence (Soc. géol., réunion 1887), tandis que le Néocomien existe à Comps, Escagnolles, dans la vallée de l'Esteron, à Lescarène, à Coursegoules, à Turrettes, près Nice, à Ese, d'après MM. Fallot, Potier, Hébert, Coquand, Baron.

Nous avons vu dans la première partie de cette étude que l'*Urgonien* recouvre les mêmes surfaces que le Néocomien au sud de la Sainte-Baume, mais qu'à partir d'Auriol et de Valdonne, nous n'avons pas de raison pour ne pas faire courir la limite directement au nord-ouest, laissant découvert un grand espace au nord et à l'est d'Aix. L'*Urgonien* passe à l'ouest de Lambesc et Charleval, pour se relier à celui de la partie ouest du Leberon et à celui du mont Ventoux. Les affleurements de calcaire à Réquiénies du département de Vaucluse se raccordent, dans la direction de l'est, avec des couches de même âge, mais de faciès différent, des calcaires à Céphalopodes. Il n'en est pas de même dans les Bouches-du-Rhône et à l'est de la ligne de Valdonne à Eguilles et Charleval, les formations d'âge correspondant font complètement défaut.

L'affleurement de l'*Aptien*, tout concentré au sud du Lar, est encore plus restreint que celui de l'*Urgonien*.

Il en est de même pour le *Gault*. A la Mède cet étage manque. Il n'est pas invraisemblable d'admettre que le *Gault*, dans cette partie, ait été enlevé par érosion à une époque ancienne. En allant de Simiane vers les Martigues, les couches antérieures au Cénomaniens finissent les unes après les autres sous les calcaires sableux de cet étage, le *Gault* vers Gignac, l'*Aptien* gréseux avant la Mède, l'*Aptien* marneux entre ce point et Martigues, l'*Aptien* inférieur marno-calcaire peu avant les Martigues. Cet ensemble compris entre l'*Urgonien* et le Cénomaniens est donc taillé en biseau par la partie supérieure, dans la direction de l'ouest, direction opposée à celle où nous sommes habitués à voir les assises crétacées s'évanouir. C'est peut-être aux courants qui ont amené les sables siliceux du Cénomaniens qu'il faut attribuer ce phénomène. Quelle qu'en soit la cause, j'ai tenu compte de cette absence de l'*Aptien* et du *Gault* autour des Martigues, sur la carte jointe à ce mémoire.

Il faut reconnaître que le tracé des anciennes mers d'après la répartition des sédiments qu'elles ont laissés, est sujet à bien des incertitudes. Pour l'*Aptien*, par exemple, on pourrait tracer la limite des dépôts par Allauch, Aubagne, Gemenos, Riboux, pour descendre droit au sud entre Ollioules et Toulon, laissant Evenos en dedans, le Revest en dehors. On tiendrait ainsi compte de ce fait que l'*Aptien* existe à l'ouest du Revest, tandis qu'au nord et nord-ouest, on voit le Cénomaniens surmonter directement l'*Urgonien*, suivant une ligne d'affleurement régulière et très développée (1). On considérerait la ligne ainsi tracée comme indiquant celle du rivage, à quelques kilomètres près. Mais alors d'où vient le gisement de Cote crêpe près Camps, découvert par M. Zurcher? Car on ne réussirait pas mieux dans la direction ouest à rattacher cet îlot aptien aux gisements plus importants des bassins du Beausset et de Marseille, attendu qu'à Mazaugues, au Plan d'Aups, les calcaires à Hippurites reposent tantôt sur le Jurassique blanc, tantôt sur le Néocomien, sans trace d'*Aptien*. Il faut donc admettre que la mer aptienne a couvert la région entre la Ste-Baume, Camps, Besse, le Revest, sans y former de dépôts, ou que ces dépôts ont été enlevés par des érosions antérieures à la formation des couches à Hippurites.

Le *Cénomaniens* a des limites analogues à celles des deux étages précédents. Je les ai indiquées dans la première partie de cette

(1) Voir la feuille géologique de Toulon au $\frac{1}{50000}$ par M. Bertrand.

description (1). Sur la carte j'ai marqué aussi la série des affleurements les plus méridionaux des couches à Orbitolines et *Ostrea columba* du côté des Alpes, de façon à dessiner partiellement l'isthme ou la presqu'île qui séparait le bassin méditerranéen du bassin alpin. A cette époque ce relief pénètre profondément à l'ouest et est bien délimité au nord et au sud. Sa largeur entre Gréasque et Manosque est de 50^{km}. Un fait est d'ailleurs là pour nous convaincre de l'émersion d'une terre à l'est du bassin méditerranéen de la Provence cénomaniennne. C'est l'existence au Revest (2) des Cyclades, Cyrènes, Potamides, associés à des Huitres et à des Glauconies (Turritelles), animaux d'eau saumâtre, attestant la proximité du débouché d'une rivière. Ces couches sont à la base du Céno-manien. Un peu plus haut, sans doute par suite d'une progression de la mer vers l'est, le faciès devient tout à fait marin sur le même point : les coquilles d'eau douce disparaissent et les Oursins (*Holaster carinatus*), les Rudistes, se joignent aux Huitres cénomaniennes.

Le Turonien à *Biradiolites cornu-pastoris* paraît, dans le bassin méditerranéen, enfermé à peu près dans les mêmes limites que le Céno-manien.

Dans les grès de la Mède nous voyons par la faune saumâtre de M. Depéret et par la flore de M. Vasseur (3) réapparaître l'influence de la terre émergée à l'est et au nord du bassin crétacé méditerranéen. Rappelons-nous que l'influence des eaux douces est bien plus marquée vers ce niveau dans le massif de Garlaban, c'est à dire à l'est, qu'à la Mède. Par l'aspect de leurs calcaires bruns concrétionnés autour des coquilles, ces couches ont, dans la première localité, un aspect de formation d'eau douce que ne dément pas la faune, composée à peu près exclusivement de mollusques d'eau douce variés. Les grès de la Mède franchissent au nord le cours occidental du Lar (Saint-Chamas à la Fare).

Le 2^e étage d'*Hippurites* s'est formé dans un golfe très étendu (4), qui couvrait l'Etoile, l'Olympe, la Sainte-Baume, et s'avancait au delà de Brignoles.

Avec les couches d'eau douce à *Bulimus proboscideus* nous franchissons une nouvelle étape, la nappe d'eau atteignant Ollières et le Puits de Rians, au-delà de Pourrière. S'il est vrai que les couches à *Bulimus proboscideus* des Alpilles soient contemporaines

(1) B. S. G. F., 3^e sér. t. XVIII, p. 77.

(2) Toucas B. S. G. F., 3^e sér., T. II, p. 462, 1874.

(3) Marion. C. R. Acad. sc. 27 mai 1890.

(4) B. S. G. F., 3^e sér., t. XVIII, p. 81.

de celles de Peynier et de Pourrière (1), il y aurait aussi du terrain gagné de ce côté. Les couches à Corbicules et à lignite envahissent, Bras le Val, Vins, Cabasse. Enfin, les couches de Rognac dépassent le thalweg actuel de la Durance inférieure jusqu'à Mirabeau, couvrant les Alpilles, au moins l'extrémité S.-O. du Leberon, Rians, les Palières, Montmeyan, Quinson, Moissac, Aups, Salernes, Draguignan (2). Sainte-Victoire, la Nerthe, contre lesquelles il y a des brèches calcaires, devaient être émergées et former des îles d'une forme surbaissée. Je ne les ai pas figurées comme telles sur la carte, pour ne pas nuire à la clarté de celle-ci.

INDIVIDUALITÉ DU GOLFE CRÉTACÉ DE LA BASSE-PROVENCE.

— SES COMMUNICATIONS AVEC LES AUTRES MERS.

Rien n'indique que les eaux daniennes, dans leur plus grande transgressivité vers le nord et vers l'est, aient franchi la barrière qui les séparait du bassin crétacé alpin. De même, plus tard, la mer des Nummulites et du Flysch est restée confinée dans le bassin alpin, tandis que la Basse-Provence et la vallée du Rhône étaient le domaine des eaux douces. La séparation entre le bassin crétacé des Bouches-du-Rhône et du Var et celui des Alpes, que nous avons vu s'établir nettement à l'époque cénomaniennne, a donc été définitive.

Était-elle totale? On serait tenté de le croire lorsqu'on envisage les différences complètes de faunes entre les deux bassins pendant le Crétacé supérieur, et lorsque l'on considère que les faciès littoraux à rudistes ne se reproduisent pas symétriquement des deux côtés de la terre qui séparait les bassins méditerranéen et alpin, puisque ce dernier est privé de ce faciès. On se demande alors si on n'a pas affaire à deux mers distinctes. Mais M. Fallot (3) a montré qu'il y a dans la Drôme des localités où le faciès à rudistes de la vallée du Rhône alterne avec le faciès alpin du Crétacé supérieur. La différence des faunes n'est donc pas l'indice certain de deux bassins sans communication immédiate. Le bassin du Rhône servait sans doute à établir la communication entre ceux des Alpes et de la Basse-Provence. S'il communiquait avec le premier par la Drôme et le nord de Vaucluse, il se continuait vraisemblablement dans le

(1) Caziot, *B. S. G. F.*, 3^e sér. t. XVIII, p. 343.

(2) M. Segond, de Draguignan, m'a communiqué de la Tuilière de Saint-Pons, 4km. à l'est de Draguignan, des roches qui appartiennent, par leur aspect spécial, à cet étage. Il ne manque que des fossiles pour confirmer cette indication.

(3) *Crétacé du S. E. de la France*, p. 227.

sud avec le second dont il partage la faune. Il ne reste, il est vrai, aucun témoin connu du Sénonien entre St-Chamas (bassin de l'étang de Berre) et les couches à Hippurites des environs d'Uzès. Le passage direct est même intercepté par le fait de la superposition directe du Danien d'eau douce à l'Urgonien de l'ouest des Bouches-du-Rhône. Il n'y a pas dans ce fait une raison absolue pour rejeter l'hypothèse de la continuité des bassins par le bas Rhône. D'abord la mer peut avoir couvert ces surfaces sans y laisser de dépôt. En outre il convient de considérer que dans le sud de l'arrondissement d'Arles et dans celui de Nîmes des dépôts peuvent avoir existé sur des territoires où le Néocomien est la roche la plus récente à la surface du sol ; ils peuvent se retrouver encore à côté sous les grands revêtements tertiaires et quaternaires.

TRANSGRESSIVITÉ DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR HORS DE LA BASSE-PROVENCE

Le mouvement d'immersion de l'époque sénonienne n'a pas été borné à la Basse-Provence. Il a eu un caractère beaucoup plus général. Un mouvement semblable s'est effectué de l'autre côté du Rhône, puisque les eaux douces du Danien couvraient à l'époque de Rognac une partie de l'Hérault, notamment Villeveyrac et Saint-Chinian.

Dans le Nord de l'Espagne le même accroissement des surfaces couvertes par les eaux vers la fin de la période crétacée se manifeste. Il paraît aussi y avoir dans cette région un minimum d'extension vers l'époque du Cénomaniens. Selon M. Carez (p. 149), le Cénomaniens est moins étendu dans le Nord de l'Espagne que le Néocomien supérieur (Urgonien et Aptien). Le Turonien encore moins étendu paraît limité à la province d'Oviedo.

Lès Hippurites sénoniennes se rencontrent dans des pays qui étaient émergés pendant le Turonien. Au Coll de Nargo, en Catalogne, les grès à Hippurites reposent sur le Lias (1). D'après de Verneuil et Lartet (2) le calcaire à *Lychmus* de Segura (prov. de Teruel) repose sur le calcaire néocomien.

Le gisement de Gosau, si semblable à ceux du Crétacé supérieur du Midi de la France par sa faune, l'est encore par sa stratigraphie, puisque les couches à Hippurites y sont discordantes sur le Néocomien, comme chez nous à la Sainte-Baume, ce qui indique un retrait de la mer pendant la Craie moyenne (3).

(1) Carez, p. 126, coupe 20.

(2) B. S. G. F., 2^e sér., t. XX, p. 692 (1863).

(3) E. Favre. *Rev. géol. suisse* pour 1883.

Des faits précédents on peut encore rapprocher celui-ci, plus voisin de nous, bien qu'il s'agisse de faciès différents. Le Céno-manien et le Turonien manquent entre le Gault rudimentaire et le Sénonien, dans les environs de Grenoble, d'après les observations de M. Lory.

Il n'est pas impossible de voir aussi la conséquence d'un phénomène général dans la transgressivité du Sénonien et du Danién dans le Hainaut, à Aix-la-Chapelle, dans le Danemark et la Scanie, du calcaire à Baculites dans le Cotentin, du Crétacé supérieur en Irlande et dans le Sud-Ouest de l'Angleterre (Barrois).

OBSERVATIONS SUR LA PARTIE OCCIDENTALE
DE LA FEUILLE DE LUZ (1)

par M. BEAUGEY.

J'ai eu, depuis plusieurs années, l'occasion de faire un certain nombre de courses dans le massif montagneux compris entre la vallée de Luz et la vallée d'Eaux-Chaudes, et je crois devoir présenter à la Société le résultat de mes observations, quelque incomplètes qu'elles soient encore (2).

Au sud, je me suis généralement arrêté à la limite des massifs granitiques qu'on observe à Eaux-Chaudes, au lac de Suyen, à Cauterets et à Barèges, et je n'ai pas dépassé au nord la route de Laruns à Eaux-Bonnes et Argelès. La plupart des sommets de cette région sont compris entre 2000^m et 2800^m; elle est coupée par la haute vallée du Valentin, la haute vallée d'Arren, la vallée d'Estaing et la vallée de Cauterets.

Si on laisse de côté les abords du Pic du Midi d'Ossau, où on observe du Carbonifère, et quelques îlots crétacés (Goust, Pic de Ger Peneméda), on peut dire que ce massif est formé par le Dévonien et par le granite.

Les assises dévoniennes renferment au col d'Aubisque une faune à laquelle M. Oehlert attribue une place élevée dans le Dévonien inférieur. On trouve d'autre part des fossiles caractéristiques du Dévonien inférieur dans la haute vallée du Valentin, au lac d'Anglas et au Sanctus. On peut, avec ces données, essayer de faire la coupe du Dévonien depuis le col d'Aubisque jusqu'au sud du lac d'Anglas. Nous la donnons ici aussi exactement que nous avons pu la relever. Nous avons d'ailleurs relevé les deux flancs de la vallée d'Anglas, le flanc ouest comprenant les sommets de Pène-Sarrière et d'Ar-Sourins et le flanc est comprenant le col de Tortes, les pics de la Latte de Bazen, les Bécottes, le Sanctus et le col d'Uziou. Au point de vue pétrographique, on distingue dans ces couches : 1^o un ensemble de schistes siliceux compactes et de grauwackes formant les grands sommets voisins des lacs d'Anglas et d'Uziou.

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 17 novembre 1890.

(2) Dans un travail ultérieur, j'exposerai avec les développements nécessaires, les faits que je me borne aujourd'hui à esquisser et je donnerai la description des roches éruptives citées plus loin.

(Bécottes, Sanctus, Ar-Sourins, Géougue d'Ar); 2° une puissante formation calcaire; ce calcaire gris compacte, subcristallin, forme les crêtes de la Latte-de-Bazen, de Pène-Sarrière, et de là, continuant par le Gourzy, vient constituer le défilé du Hourat, de la route d'Eaux-Chaudes; c'est la dalle de M. Jacquot; 3° une forma-

Fig. 1

Coupe du col d'Aubisque à Ar-Sourins.

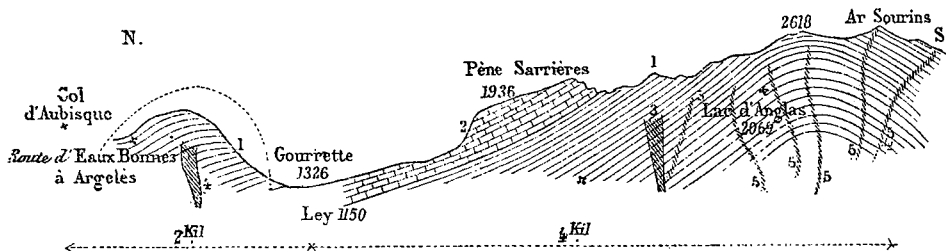
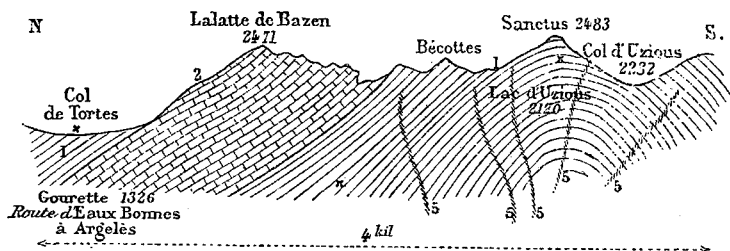


Fig. 2

Coupe du col de Tortes au col d'Uzioux.



Légende des fig. 1 et 2.

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 1. Schistes et grauweekes. | 4. Microgranulite. |
| 2. Dalle calcaire. | 5. Roches d'Anglas. |
| 3. Granulite. | |

tion schisteuse, avec quelques lits passant à un calcaire noir fossilifère, et une grauweeke s'étendant à partir du col d'Aubisque dans la direction de la Montagne Verte et d'Arbeost. C'est l'assise fossilifère par excellence de la région, et c'est elle qui a fourni au col d'Aubisque la faune dont nous avons parlé ci-dessus.

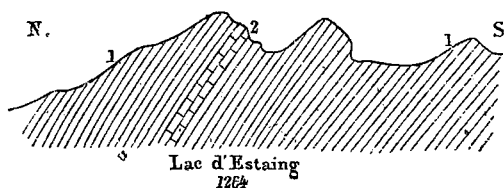
On sait que M. Jacquot a rangé la dalle dans le Cambrien, par suite de son plongement sous le Dévonien de la Montagne Verte et pour diverses raisons générales. Nos constatations ne nous permettent pas d'adopter cette opinion. Il ressort de nos coupes, fig. 1 et 2, et il est facile de le constater, qu'il n'existe aucune discordance entre

la dalle de la Latte et de Pène-Sarrière et les schistes inférieurs. Or ces schistes sont fossilifères; ils renferment, outre des Fenestelles, des fossiles, en général peu déterminables, mais suffisants pour établir leur âge dévonien: 1° dans le fond de la vallée, entre le lac d'Anglas et le point coté 1719^m sur la carte d'Etat-major; 2° aux abords du lac d'Anglas; 3° au Sanctus (OEhlert). M. Douvillé qui a bien voulu examiner nos échantillons a reconnu: *Spirifer Pellicoi* de Vern., *Leptaena Murchisoni* de Vern., *Atrypa explanata* Schlot. Il est possible d'ailleurs, eu égard au plissement des couches, que ces fossiles proviennent d'un même banc; ils sont en outre très répandus dans les éboulis (1).

Le contact de la dalle et des schistes et calcschistes situés au nord de Gourrette, qui se fait dans le ravin du col de Tortes, n'est pas visible: mais le plongement ne changeant pas, il n'y a pas de raison d'admettre une discordance. D'ailleurs, sur la route de Lamus à Eaux-Bonnes, on peut voir le passage progressif de la dalle aux schistes supérieurs. En outre, dans la vallée d'Estaing, cette dalle, dont la puissance n'est plus que d'une centaine de mètres et qui forme le barrage du lac d'Estaing, paraît nettement interstratifiée dans l'ensemble des schistes siliceux, schistes dans lesquels nous avons trouvé un fragment d'*Atrypa*. Il semble donc bien qu'on puisse établir dans le Dévonien inférieur de cette région les trois assises que nous avons distinguées, la dalle formant l'assise moyenne.

Fig. 3.

Coupe relevée dans la vallée d'Estaing.



1. Schistes siliceux et grauwackes.

2. Dalle calcaire.

ALLURE GÉNÉRALE DES COUCHES. — La dalle permet de suivre l'allure des couches; si on part du Hourat, on la suit sans interruption, sur un développement de 30^{km}, par le Gourry, Pène-Sarrière, la Latte-de-Bazen, Pène-Blanque, Oremio; elle franchit la vallée d'Arrens, et vient, par la montagne de Tech et la montagne de

(1) Nous avons indiqué dans nos coupes les points fossilifères par le signe +.

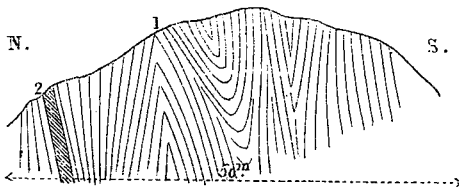
Castetberd, former le barrage du lac d'Estaing; de là elle traverse le massif compris entre les vallées d'Estaing et de Cauterets pour venir se présenter dans cette dernière au Pic de Cot d'Homé, dont les éboulis, tombés au Limaçon et en amont, en renferment d'énormes blocs.

La puissance de la dalle sur cette étendue est très variable : aussi, au Hourat, elle atteint peut-être 1500^m; à Pène-Sarrière et à la Latte-de-Basen, elle ne dépasse pas 600 à 800^m; au lac d'Estaing elle n'est guère que de 100^m.

Au Hourat, ainsi que le long de la route d'Eaux-Bonnes, les couches sont fortement inclinées au nord, et en certains points, elles paraissent presque verticales; dans la vallée d'Anglas, l'inclinaison est au contraire beaucoup moindre; elle redevient de nouveau très forte dans la vallée d'Estaing pour persister dans celle de Cauterets. Il semble que le système entier ait été largement étalé dans la région d'Anglas, tandis qu'à l'ouest et surtout à l'est, par suite de mouvements plus violents, il ait subi des actions mécaniques plus énergiques qui, outre qu'elles ont relevé les couches jusqu'à la verticale, y ont déterminé une série de diaclases masquant en grande partie la stratification. La coupe d'une tranchée située à 800^m au nord de Cauterets, sur la route de Pierrefitte, donne une idée de ces bouleversements, qu'on ne peut en général reconnaître (fig. 4).

Fig. 4.

Coupe relevée à 800^m au nord de Cauterets (route de Pierrefitte).



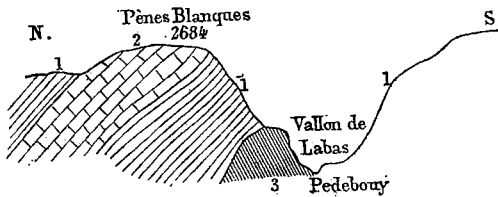
1. Schistes noirs.
2. Roche éruptive ou métamorphique,

ROCHES ÉRUPTIVES. GRANITE. — Le granite occupe dans cette région une place importante: il apparaît aux Eaux-Chaudes, où il métamorphose la dalle et où il se trouve d'autre part en galets roulés dans le Crétacé fossilifère, le long du chemin du Gourzy : on le retrouve sur la route de Galias et le long du chemin de Soussoueu, puis au lac d'Artouste. Il forme le massif qui s'étend dans la région du lac de Suyen, et on en observe deux petits pointements dans le vallon de Labas qui descend du col de Taouseille au gave

d'Arrens (fig. 5). Il s'étend au sud du lac d'Estaing, et enfin il forme le Péguère de Cauterets et le massif du lac de Gaube. Il renferme généralement de l'amphibole en quantité notable. Il a exercé sur les couches encaissantes un métamorphisme intense : ainsi, à Cauterets, les schistes dévoniens (schistes dans lesquels M. Frossard a trouvé *Atrypa reticularis*) ont été injectés de feldspath et passent au gneiss; des calcaires subordonnés à ces schistes se sont chargés de grenat et d'idocrase.

Fig. 3.

Coupe transversale du vallon de Labas



1. Schistes et granwackes.
2. Dalle calcaire.
3. Granite.

GRANULITE. — Une roche paraissant se rattacher aux granulites forme des dykes importants près du lac d'Artouste, et au-dessous du lac d'Anglas (fig. 4). En ce dernier point, elle a exercé sur les schistes encaissants une action très énergique, avec production de divers minéraux.

MICROGRANULITE. — Elle forme des dykes très importants le long de la route de Pierrefitte à Cauterets, où elle est associée à des diorites et à des diabases; les filons de plomb argentifère et de zinc de Pierrefitte, qui sont situés dans les schistes siliceux dévoniens, et non dans la dalle, qui en est à près de 3^{km}, comme on l'a dit par erreur, paraissent se rattacher à ces microgranulites.

On observe également une belle microgranulite au sud du lac d'Artouste : elle paraît former l'ossature du pic de Lurien. Un pointement important est recoupé par la route, entre Gourrette et le col d'Aubisque (fig. 4).

ORTHOPHYRE. — Nous ne ferons que rappeler l'orthophyre du pic du Midi d'Ossau et du filon de la case de Broussette, qui se trouvent en dehors de la région qui nous occupe, et probablement dans le Carbonifère.

DIORITES. — Il existe à Cauterets, tant dans le granite du Peguère que dans les schistes voisins, une série de dykes et de filons de

diorite, le plus souvent quartzifère. Ces dykes jouent un rôle considérable en ce qui concerne les sources minérales de cette station, qui s'y rattachent d'une façon très étroite.

DIABASES ET PORPHYRITES. — On observe sur la route de Pierrefitte à Cauterets et sur la route de Pierrefitte à Luz un grand nombre de filons de diabases et de porphyrites. On trouve également des porphyrites dans le granite.

ROCHES D'ANGLAS. — L'anticlinal qui passe un peu au nord d'Ar-Sourins et au Sanctus et qui forme le chaînon séparant les lacs d'Anglas et d'Uziou, est traversé de très nombreux filons d'une roche chloriteuse compacte de couleur vert-clair, que nous n'avons jusqu'ici retrouvée nulle part. Cette roche, en relation étroite avec les filons blendeux d'Anglas et d'Arre qu'elle accompagne, est formée d'une pâte compacte de quartz et d'une chlorite; le feldspath y fait à peu près complètement défaut. Le gisement de cette roche ne permet pas de mettre en doute sa nature éruptive (fig. 1).

RÉSUMÉ. — En résumé, la région qui nous occupe paraît être presque exclusivement formée par le Dévonien; le granite, à la limite duquel nous nous sommes arrêté au sud, lui est postérieur, et la plupart des autres roches éruptives que nous avons mentionnées, recoupant elles-mêmes ce granite, sont plus récentes, sans qu'il nous ait été possible jusqu'ici de déterminer leur âge.

LES TERRAINS D'ALLUVION A PONDICHÉRY (1)

par M. l'abbé **Hector LÉVEILLÉ**

L'étude des alluvions sur lesquelles repose Pondichéry est très complexe. Au premier abord, je dois l'avouer, j'étais porté à regarder comme tertiaire une partie des couches profondes, d'autant plus que l'épaisseur des dépôts dans la zone de Pondichéry forme un contraste frappant avec le peu de puissance qu'ils offrent près de Madras. Cependant, après de persévérantes recherches et des études comparées faites dans mon récent voyage à travers le delta du Gange, j'ai été amené à restituer à l'époque quaternaire les couches qu'une étude trop précipitée m'avait d'abord conduit à lui refuser injustement.

Je commencerai cette étude par un aperçu rapide de la distribution des alluvions sur la côte orientale de l'Inde, puis j'exposerai la succession des terrains d'alluvion à Pondichéry en expliquant autant que possible leur origine et en indiquant les principaux dépôts que l'on y rencontre. Je dirai ensuite quelques mots du terrain ou sol végétal. Enfin je tâcherai de retracer, en m'appuyant et sur l'observation et sur l'autorité de plusieurs géologues anglais, l'histoire de Pondichéry et de son territoire à travers les temps géologiques. Je ne parlerai point de nos quatre autres établissements de l'Inde. A Mahé, sauf les alluvions fluviales, le terrain, ainsi qu'on peut le voir dans ma Géologie de l'Inde-Française (2), est entièrement formé de latérite. A Yanaon, le forage du puits artésien a dû être arrêté sans avoir atteint la nappe d'eau espérée. Le résultat d'ailleurs était déjà prévu, la sonde ayant de bonne heure rencontré le Tertiaire. A Chandernagor, un puits artésien projeté nous donnera sans doute des résultats intéressants.

A Karikal, les dépôts d'alluvion ne diffèrent guère de ceux de Pondichéry et présentent les mêmes caractères généraux. Faire la description des alluvions de la métropole indienne, c'est donc donner une idée, sinon absolument suffisante, du moins générale, des alluvions de la dépendance.

DISTRIBUTION DES ALLUVIONS SUR LA CÔTE ORIENTALE DE L'INDE

Tout le long de la côte orientale, depuis le delta du Gange jusqu'au

(1) Note présentée dans la séance du 17 novembre 1890.

(2) *B. S. G. F.*, mai 1890.

cap Comorin, sauf cependant une lacune de quelques milles près de Vizagapatam, il existe une large ceinture de dépôts d'alluvion. L'étendue de ces dépôts est extrêmement variable. Parfois ils s'avancent dans l'intérieur du pays jusqu'à cinquante milles. Ailleurs les collines tertiaires se rapprochent de la côte et ne laissent près du rivage qu'une bande relativement étroite d'alluvion sablonneuse. C'est le cas qui se présente à Pondichéry.

L'alluvion côtière est due en majeure partie à une quantité plus ou moins considérable de détritits apportés par les rivières de l'époque quaternaire ou de la période moderne au moment des pluies. Ces alluvions ont dû éprouver à une époque relativement récente un soulèvement général, car on trouve en plusieurs points de la côte des coquilles marines situées à plusieurs pieds au dessus du niveau actuel de la mer. La mer semble reprendre maintenant sa marche en avant sur quelques points de la côte où elle gagne du terrain. Néanmoins cette action est locale et moins apparente sur cette côte que sur la côte malabare où, près de Tellichery, les progrès des eaux marines sont rapides et menaçants.

Au nord, je l'ai dit, l'alluvion entière joint les anciens dépôts de la grande alluvion fluviale, situés à l'ouest des principales bouches du Gange. Ces deux espèces d'alluvion, comme j'ai pu m'en convaincre, se ressemblent étroitement par leurs caractères minéralogiques.

L'alluvion côtière consiste principalement en argiles, sables et conglomérats et, près des collines, en nodules pisolithiques de peroxyde de fer, ce dernier étant quelquefois très abondant. Les graviers et les sables se trouvent fréquemment plus ou moins mêlés de concrétions ferrugineuses.

La surface de l'alluvion côtière est ordinairement tout unie près de la mer ou du delta des rivières, mais près des collines, elle est loin d'offrir une semblable égalité. Là, en raison du niveau qui est plus élevé, cette même surface a subi une dénudation plus considérable. A Madras, on a trouvé des coquilles actuellement existantes, dans des puits, à une profondeur de 4^m,50 à 6^m,05. D'autres observations ont permis de constater l'existence des mêmes coquilles à un niveau de beaucoup supérieur au niveau actuel de la mer. A Yanaon, on a rencontré des coquilles marines de la période actuelle à une profondeur de 41^m,82. Nous reviendrons plus loin sur ces faits.

Notons seulement que ces coquilles sont généralement des formes que l'on retrouve actuellement dans les estuaires et qui vivent dans

les anses et les lagunes de la côte (1). Dans certains lieux cependant on trouve de véritables espèces marines. Aux environs de Madras, on trouve des coquilles dans des lits d'argile, et le forage suivant donne, d'après MM. Medlicott et Blanford, toute l'épaisseur des dépôts d'alluvion :

Sable et argile.....	0 ^m ,91
Sable et argile légèrement colorés.....	0 ^m ,30
Argile dure.....	0 ^m ,91
Sable de rivière.....	1 ^m ,50
Argile noire mêlée avec sable et coquilles.	6 ^m ,05
Argile bleue avec sable et calcaire et morceaux de pyrite.....	3 ^m ,65
Fragments de granite et de quartz.....	0 ^m ,15
Argile et gravier mêlés de granite brisé, de quartz et de mica.....	<u>2^m,75</u>
Total.....	16 ^m ,22

Ce forage est situé à environ quatorze cents mètres de la mer. Au-dessous de l'épaisseur mentionnée on rencontre les roches cristallines. La rencontre si prochaine des roches cristallines ne saurait étonner, car soit au nord, soit au sud de Madras, les forages atteignent promptement le terrain tertiaire. A Yanaon, on le rencontre environ vers 25^m, et à Calapet, au sud de Madras, vers 23^m de profondeur.

A Pondichéry, au contraire, la profondeur des alluvions est beaucoup plus considérable.

LES ALLUVIONS DE PONDICHÉRY

Un simple coup d'œil jeté sur la carte de Pondichéry permet de prévoir la puissance des dépôts d'alluvion dans le territoire de cette ville. Outre deux rivières importantes, le Ponnéar et la rivière de Gengee, cette dernière divisée en deux branches à peu de distance de son embouchure, et sans compter leurs affluents, on rencontre dans le territoire de Pondichéry neuf grands canaux de dérivation, cinq barrages, deux cent deux sources, cinquante-trois réservoirs servant aux irrigations, cinquante-quatre petits étangs et cinq grands étangs dont l'un, le grand étang d'Oussoudou, a une superficie

(1) D'après MM. Medlicott et Blanford, les espèces suivantes qu'on ne rencontre jamais dans la haute mer, mais toujours dans les anses, lagunes, criques et deltas, et aux embouchures des rivières, seraient caractéristiques :

<i>Potamides telescopium.</i>	<i>Cytherea casta.</i>
» <i>fluvialis.</i>	» <i>meretrix.</i>
<i>Arca granosa.</i>	

de trois milles carrés. Cette simple énumération suffit à montrer que l'eau, abondante dans ces parages surtout à l'époque des pluies, a dû occasionner de nombreux remaniements du sol.

Ce que nous avons dit touchant les caractères de l'alluvion côtière s'applique aussi à Pondichéry. Aussi, pour donner une idée des couches qui composent les terrains d'alluvion, commencerons-nous par donner, très en abrégé d'ailleurs, les forages opérés et en la ville de Pondichéry et dans la banlieue. Nous nous contenterons des deux sondages les plus profonds et les plus significatifs.

Le premier de ces forages a été opéré en pleine ville de Pondichéry, près du collège Calvé, et le second à Canniacovil, non loin du Ponnéar et à peu de distance du sondage d'Aranganur (Bahour) (1). J'aurais pu choisir d'autres exemples, car les puits artésiens de Pondichéry sont presque au nombre d'une trentaine, répartis sur une étendue relativement restreinte mais qui embrasse à peu près toutes les alluvions du territoire français.

Puits du Collège Calvé (2)

Sable gris	7 ^m ,00
Sables bleuâtres	10 ^m ,00
Sable noirâtre vaseux, coquillages et crustacés marins, grès gris très dur, petits cailloux avec bois pourris	14 ^m ,00
Argile noire, coquilles, crustacés, bois pourris	16 ^m ,31
Argile noire, bois pourris	21 ^m ,00
Argile noire et granules calcaires	28 ^m ,00
Sable gris	32 ^m ,42
Argile noire	36 ^m ,00
Argile marbrée et mélangée	49 ^m ,00
Argile blanche azurée, mêlée de sable rouge	59 ^m ,00
Sable jaune rougeâtre, mélangée d'argile, de grès et de cailloux	62 ^m ,00
Argiles variées	64 ^m ,00
Agglomération de détritux végétaux, lignites compactes et quelques grains de résine fossile	65 ^m ,44
Sable argileux rougeâtre, grès ferrugineux, minéral de fer	69 ^m ,00
Sable rouge ou jaune	74 ^m ,00
Sable rouge ou jaune avec grès ferrugineux et minéral de fer	77 ^m ,00
Sable rouge clair	83 ^m ,00
Sable gris, jaune, grès ferrugineux	85 ^m ,00
Sable jaune d'or, jaune, rougeâtre, avec argiles colorées, quelquefois grès ferrugineux	96 ^m ,00
Sable d'un gris sale, argile mélangée de végétaux	96 ^m ,00
Sables argileux de couleurs variées	104 ^m ,00
Argile sableuse, bleu cendré, irisée, grise	108 ^m ,00

(1) *B. S. G. F.*, 1890, t. XVIII, p. 150.

(2) J'ai réuni plusieurs couches et je ne donne que la profondeur des couches principales; on en déduira, si l'on veut, leur épaisseur.

Sable fin jaunâtre argileux, à plaquettes ferrugineuses.....	113 ^m ,00
Sables argileux, quelquefois grès ferrugineux.....	132 ^m ,00
Sable fin, mottes d'argile, détritux végétaux.....	133 ^m ,00
Sable jaune, sable gris, plaquettes de minéral gris de fer.....	141 ^m ,16
Sable noir, très fin, détritux végétaux.....	141 ^m ,41
Sable gros, noir, argileux, minéral de fer.....	142 ^m ,40
Argile bleu cendré et matières végétales.....	143 ^m ,53
Sables gris.....	147 ^m ,00
Argile bleue, détritux végétaux.....	147 ^m ,1/
Sable mou, matières végétales.....	148 ^m ,10
Sables gris, jaunes, rouges, cailloux, grès ferrugineux.....	160 ^m ,68
Sable gris, non fin, argileux, détritux végétaux.....	161 ^m ,60
Sable jaune, gravier, grès ferrugineux.....	161 ^m ,70
Argile bleu cendré, traces de végétaux.....	161 ^m ,90
Sables rouges, gris, gris noir, petits cailloux, minéral de fer.....	166 ^m ,77
Détritux végétaux.....	166 ^m ,82
Sable non argileux, minéral de fer.....	169 ^m ,00
Couches d'argile grise, cendrée, alternant avec des couches de sable gris	175 ^m ,47

Puits de Canniacovil.

Sable rouge, brun.....	4 ^m ,00
Sable blanc.....	8 ^m ,00
Argile noire, petits coquillages.....	10 ^m ,00
Sables et argiles bruns, gris.....	19 ^m ,40
Argile grise, fragments calcaires.....	22 ^m ,00
Argiles, sables divers.....	26 ^m ,75
Argile jaune verdâtre, fragments calcaires.....	27 ^m ,80
Argiles verdâtres, marbrées, grises.....	40 ^m ,82
Tuf gris très dur avec agglomérats de quartz.....	45 ^m ,00
Argiles et sables variés.....	66 ^m ,35
Gros sable rose.....	67 ^m ,45
Argile gris bleu.....	94 ^m ,65
Argiles grises, bleuâtres, brunes.....	102 ^m ,25
Argile brune mélangée de lignite.....	103 ^m ,70
Lignite pur.....	118 ^m ,00
Sables bruns, gris.....	119 ^m ,60

Une première remarque que nous pouvons faire à propos des couches d'alluvion de Pondichéry, c'est qu'elles offrent des couleurs voyantes : le rouge, le bleu, le rose, le jaune sont assez fréquents et ces couleurs apparaissent dans toute leur vivacité. Une seconde remarque, c'est qu'elles contiennent de nombreuses nappes d'eau à des profondeurs très variables. La nappe jaillissante n'est pas unique : il y en a plusieurs : les unes se rencontrent vers 40 et 50 mètres. Pour atteindre les autres, il faut continuer jusqu'à 80, 120 ou même 176 mètres le forage des puits. Toutefois les puits artésiens ne peuvent être creusés que dans le sud de la ville et du territoire de Pondichéry, là précisément où les alluvions

présentent une grande épaisseur. Au nord de notre possession et au nord même de la ville les forages sont demeurés sans résultat et on a rencontré promptement le terrain tertiaire.

Les principaux dépôts que l'on rencontre dans les alluvions pondichériennes peuvent se classer ainsi : Argiles noires, Coquilles, Bois pourris, Dépôts ferrugineux, Tufs, Lignites.

1° *Argiles noires.*

L'argile noire se rencontre à peu près dans tous les puits vers 8 ou 10^m de profondeur. Dans le puits du Collège Calvé, toutefois, la couche la plus supérieure ne se rencontre que vers 15 à 16 mètres. On la retrouve tout le long de la côte orientale, à part toutefois dans les endroits où le Tertiaire se trouve à peu de profondeur. C'est ainsi qu'elle manque à Calapett. Elle manque aussi à Aranganur, et on doit attribuer ce fait à un éloignement plus considérable de la mer ainsi qu'à la proximité de l'étang de Bahour, dont les eaux recouvraient jadis cette localité. L'épaisseur des couches d'argile noire varie de 1^m à 16 mètres.

Voici pour cinq des puits artésiens de la côte orientale de l'Inde les profondeurs auxquelles on les a rencontrées. Les quatre derniers puits sont sur le territoire de Pondichéry : le premier est celui de notre établissement d'Yanaon.

Yanaon.	Calvé.	Jardin Colonial	Ariancoupam.	Canniacovil.
—	—	—	—	—
10 ^m ,24		12 ^m ,00	8 ^m ,00	10 ^m ,00
	14 ^m ,00		14 ^m ,00	
	16 ^m ,31			
	21 ^m ,00			
24 ^m ,83		27 ^m ,00		
	28 ^m ,00			
	36 ^m ,57			
		48 ^m ,00		

Quant à l'origine de l'argile noire, il suffit, pour résoudre le problème, de transporter dans le passé ce qui a lieu dans le présent et ce qui s'opère sous nos yeux. Or, comme nous le verrons plus loin, l'argile noire se dépose de nos jours dans les lagunes et les eaux emprisonnées de la côte. L'argile noire s'est déposée à plusieurs reprises. Le dépôt le plus récent des terrains d'alluvion semble avoir été le plus général. Elle se serait donc déposée dans des

lagunes existant tout le long de la côte. L'étude du dépôt suivant confirme d'ailleurs cette hypothèse.

2^e Coquilles.

J'ai déjà signalé plus haut l'existence de coquilles marines dans les alluvions de Madras, à une profondeur de 6^m05. Elles s'y rencontrent mêlées à la couche d'argile noire. En effet, on trouve sur les différents points du territoire de Pondichéry les coquilles marines ou mélangées à l'argile noire ou immédiatement au-dessous. Voici les diverses profondeurs auxquelles on les rencontre :

Yanaon.	Madras.	Calvé.	Ariancoupam.	Canniacovil.
—	—	—	—	—
	6 ^m ,05			10 ^m ,00
11 ^m ,82		14 ^m ,00		
		48 ^m ,00	14 ^m ,70	

Les coquilles marines manquent à Bahour aussi bien que l'argile noire. On doit l'attribuer à ce que Aranganur (Bahour) était déjà soulevé à une certaine hauteur au-dessus du niveau de la mer ou occupé par des eaux douces. La côte offrait alors de nombreux marais et lagunes en dehors desquels se trouvait Aranganur.

De nos jours, les mêmes espèces de coquilles vivent dans les eaux emprisonnées et les lagunes modernes des côtes. Il faut donc en conclure que ces coquilles que l'on rencontre mêlées à l'argile noire ont vécu à peu près là où on les trouve. Elles ont été ensuite entourées et recouvertes par cette terre argileuse et noircie, qui est due à l'imprégnation du sol par des matières organiques. Ces matières organiques, en majorité d'origine végétale, ont été apportées par les rivières et rejetées par la mer dans les lagunes de la côte, où elles se sont déposées.

3^e Bois pourris.

Je comprends sous ce titre non seulement les bois pourris qui semblent appartenir aux espèces indigènes actuelles, mais encore des agglomérations de détritux végétaux qui se sont formées à plusieurs reprises. Ces détritux ont pu dans certains cas être formés sur place, mais dans la plupart des couches où on les rencontre, leur présence ne peut résulter que de l'action des courants qui ont rejeté dans les eaux dormantes de la côte ces bois et ces détritux charriés par les rivières au moment des fortes pluies. A partir de

80^m de profondeur les bois pourris cèdent la place aux détritux végétaux.

Voici les diverses profondeurs où on rencontre ces dépôts :

Calapett.	Calvé.	Jardin colonial.	Ariancoupani.
			8 ^m ,35
	14 ^m ,00		14 ^m ,70
	16 ^m ,31	45 ^m ,00	
	21 ^m ,00		
22 ^m ,55			24 ^m ,00
	65 ^m ,44	27 ^m ,00	59 ^m ,50
		71 ^m ,50	
		74 ^m ,00	
		80 ^m ,00	
	96 ^m ,00		
	133 ^m ,00		
	141 ^m ,00		
	145 ^m ,00		
	147 ^m ,00		
	148 ^m ,00		
	161 ^m ,00		
	166 ^m ,00		

La plupart des bois pourris appartiennent au Tamarinier (*Tamarindus indica*). On peut remarquer surtout d'après le tableau précédent qu'à une époque sans doute très ancienne les dépôts ont été très abondants. Peut-être pourrait-on en trouver l'explication dans une surabondance de pluie, de violents cyclones ou dans l'existence d'un fleuve aujourd'hui disparu, qui aurait existé, d'après certains géologues, à la fin de la période tertiaire. Il en sera question plus loin.

4^o Dépôts ferrugineux.

Les dépôts ferrugineux sont très abondants dans les terrains d'alluvion. D'ailleurs en général tous les terrains de l'Inde méridionale offrent du fer et souvent en abondance. Les terrains tertiaires du grand étang d'Oussoudon et les grès de Goudelaur sont très riches en fer.

Toutefois dans le terrain d'alluvion on ne rencontre ces dépôts qu'à une certaine profondeur, comme on peut s'en rendre compte par le tableau suivant :

Calapett.	Calvé.	Jard. colonial.	Ariancoupam.	Bahour.
—	—	—	—	—
18 ^m ,49			18 ^m ,00	
19 ^m ,56			22 ^m ,00	
			31 ^m ,88	
			55 ^m ,15	
			59 ^m ,50	
		66 ^m ,00		
	69 ^m ,00	71 ^m ,50		
	77 ^m ,00	80 ^m ,00		77 ^m ,75
	85 ^m ,00			89 ^m ,00
				91 ^m ,07
				95 ^m ,57
	96 ^m ,58			
	115 ^m ,00			
	132 ^m ,00			
	141 ^m ,00			
	142 ^m ,00			
	160 ^m ,00			
	166 ^m ,00			
	169 ^m ,00			

A Calapett les dépôts sont rares et peu profonds parce que, à cinq mètres environ au-dessous de ces dépôts, on rencontre le terrain tertiaire. Au puits Calvé on les rencontre au contraire dans les couches profondes où ils atteignent parfois une puissance de dix à quinze mètres. A Canniacovil ils font défaut, ainsi que les dépôts de bois pourris. On y trouve en compensation un autre dépôt dont nous allons parler.

5° *Tufs*

On ne rencontre de tufs que dans les parages de Canniacovil, à une profondeur d'environ 45 mètres. Ces tufs ont-ils été produits sur place? Il serait difficile de le dire. Toutefois, à l'époque où s'est déposée la couche qui les renferme, il semble y avoir eu sur les bords du Ponnéar et en général tout le long de la côte, des sources abondantes et diverses existant déjà depuis un certain temps, peut-être même depuis l'époque où l'Inde fut en proie aux convulsions volcaniques si remarquables près de Bombay et qui n'ont guère eu leurs pareilles en d'autres pays. Ce sont ces sources qui auraient formé tous ces dépôts ferrugineux répandus de tous côtés. Mais alors pourquoi ne rencontre-t-on pas de dépôts ferrugineux à Canniacovil? Parce que, comme sa position l'indique, Canniacovil

était alors recouvert par les eaux du Ponnéar, le lit de ce fleuve ayant eu autrefois une extension énorme et tendant à se rétrécir de plus en plus. Ce fut seulement quand les eaux se retirèrent que se formèrent sur les bords du fleuve ces tufs que l'on rencontre aujourd'hui.

Une nouvelle invasion des eaux fluviales mit fin à ces dépôts et changea la contrée en un immense estuaire. Canniacovil se trouvant dans le courant, les bois entraînés par les eaux ne purent se déposer en cet endroit.

6° Lignites.

Les dépôts de lignite des alluvions pondichériennes sont peu nombreux mais très importants.

Bahour	Calvé	Canniacovil
—	—	—
61 ^m ,87		
63 ^m ,40		
65 ^m ,80	65 ^m ,44	
63 ^m ,90		
90 ^m ,97		
93 ^m ,42		102 ^m ,70
118 ^m ,67		118 ^m ,00

On doit remarquer d'abord la grande profondeur à laquelle se trouvent les lignites. Les deux couches les plus importantes sont d'abord celle du puits de Bahour, qui a 8^m,27 de puissance, de 53^m,60, à 61^m,87, et qui correspond aux lignites compactes du puits Calvé, lignites qui renferment des grains de résine fossile : en second lieu, la couche la plus remarquable, celle de Canniacovil, qui a 15^m,30 de puissance, de 102^m,70 à 118^m, et correspond à une couche légère de lignite à Bahour.

Ces deux couches principales se trouvent non loin du Ponnéar et se prolongent au-dessus. Le fleuve devait être au moment de leur formation extrêmement large, et du côté de sa rive septentrionale les eaux devaient être paisibles, presque dormantes, probablement renfermées dans une sorte de grande baie. Les lignites paraissent être en effet des formations d'eau douce, car ils sont recouverts par des alluvions fluviales. Ces dépôts renferment une très grande quantité d'eau et de cendre. On a tenté d'exploiter les lignites et les tourbes, mais le projet a échoué, non parce que l'exploitation n'eût pas été rémunératrice, mais à cause de la trop grande mise de fonds exigée. Souhaitons que l'on revienne un jour à cette idée. L'exécution d'un pareil projet servirait à merveille l'étude géologique des terrains d'alluvion.

La formation des lignites semble accuser un refroidissement de la température. Quant à la question de savoir si les lignites résultent de la combustion lente de végétaux amenés par les eaux ou carbonisés sur place, elle restera sans réponse tant que l'exploitation de ces couches si intéressantes ne nous donnera pas la solution de ce problème.

TERRE VÉGÉTALE

Après l'étude que nous venons de faire des alluvions pondichériennes, étude que la stratification des couches nous a rendue facile, il nous reste à dire quelques mots de la terre végétale qui recouvre la superficie. On peut diviser la terre végétale du sud de l'Inde en deux catégories. La première comprend le sol des pays élevés, sol qui résulte de la décomposition des roches sur place. A la seconde appartiennent les sols d'alluvion formés par des dépôts d'origine fluviale ou produits par les inondations.

Deux sortes de terre attirent surtout les regards à première vue : l'une rouge, l'autre noire. La terre rouge, très commune, n'est autre qu'une argile plus ou moins sablonneuse colorée par du peroxyde de fer. Cette terre résulte de la décomposition des roches sur place, et peut aussi être due aux produits de cette décomposition entraînés par les eaux. La terre noire à laquelle les Anglais donnent le nom de « régur » ou terre à coton, occupe plus du tiers de l'Inde méridionale.

Cette terre peut être plus ou moins noire, plus ou moins consistante, plus ou moins fertile, mais elle est toujours très argileuse et quelque peu calcaire. M. Blanford a suggéré cette idée : que la terre noire s'était accumulée dans des lagunes ou dans des eaux emprisonnées et peu profondes près de la mer, et il a montré que près de Pondichéry la terre noire typique était actuellement en formation. C'est là, en effet, un fait important et d'où l'on peut tirer de fructueuses inductions, non seulement par rapport à la terre végétale actuelle, mais encore par rapport aux nombreuses couches d'argile noire des terrains de l'alluvion ancienne. Les conclusions qui découlent des faits observés, nous les avons tirées plus haut. Sans doute, dans certains cas, la terre noire peut être due à la décomposition des basaltes, à la désagrégation des roches argileuses, etc., mais souvent elle est formée par des argiles imprégnées de matières organiques qui lui donnent sa couleur et sa fertilité.

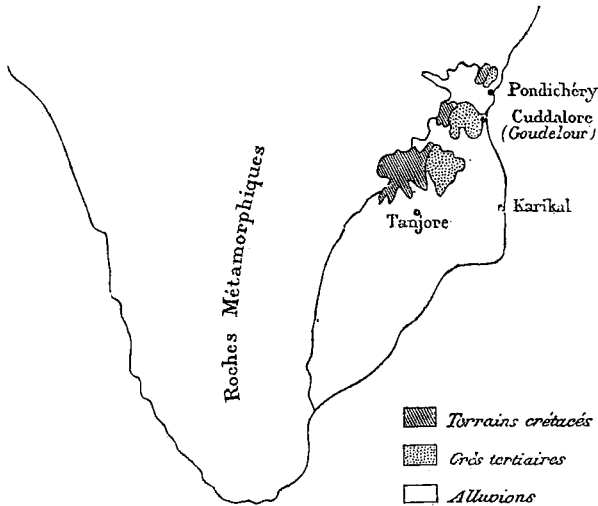
Il resterait à dire quelques mots des dunes, mais elles sont assez peu importantes : les plus élevées ne dépassent guère 7 mètres.

HISTOIRE DE PONDICHÉRY A TRAVERS LES TEMPS GÉOLOGIQUES.

La péninsule de l'Inde semble avoir émergé des eaux depuis les temps les plus anciens. L'étude des formations crétacées et le simple aspect des montagnes du sud de l'Inde en fournissent la preuve.

Le plateau de Mysore, flanqué de montagnes, dut émerger le premier avec ses roches primitives. Puis durant la période secondaire se déposèrent les assises crétacées. Toutes les roches crétacées du sud de l'Inde semblent avoir été formées dans des eaux peu profondes et dans le voisinage de la côte. Il en résulterait que l'élévation relative de la contrée n'aurait subi que peu de changement depuis les

Fig 1.



Carte géologique de la région de Pondichéry.

(Extrait de la carte géologique de l'Inde, par MM. Medlicott et Blanford).

temps crétacés. Durant la période tertiaire la côte orientale de l'Inde méridionale vit se déposer les grès de Goudelour. Existait-il à cette époque, comme certains le prétendent, un grand fleuve entre Tirouvicaré et le grand étang d'Oussoudou. L'admettre serait téméraire, le nier serait imprudent. Ce fleuve, s'il a existé, est-il disparu ou s'est-il déplacé? Je croirais plutôt au déplacement. Quoi qu'il en soit, après la formation des grès de Goudelour, la mer vint battre d'abord les collines de Tirouvicaré puis, se retirant peu à peu, celles du grand étang, et bientôt, grâce au mouvement de recul continu

des eaux marines, la côte se couvrit de lagunes dans lesquelles à plusieurs reprises se déposèrent les argiles noires et les bois pourris. Puis après des retours et des reculs successifs de l'Océan, les eaux salées perdirent définitivement le terrain qu'elles occupaient jadis, mais toutefois n'évacuèrent que lentement les lagunes. Alors se déposèrent les coquilles marines et bientôt les dernières argiles noires qui sont les plus rapprochées de la surface du sol. La mer s'est retirée alors de plus en plus. Il y a un siècle, elle était très éloignée de la ville. En ces soixante dernières années, elle n'a pas gagné moins de deux cents mètres. Il y a donc maintenant un retour offensif de l'Océan. Tout à fait au sud de l'Inde, Ceylan, que les grès tertiaires reliaient jadis au continent, en a été séparé à une époque relativement récente, probablement par l'affaissement de ces mêmes grès qui doivent être une continuation des grès tertiaires de Goudelour.

Les grès tertiaires qui forment la ceinture du bassin d'alluvion de Pondichéry ont au contraire été soulevés jadis avec une partie des alluvions. Ce qui confirme cette manière de voir, ce sont des lits de coquilles vivant ordinairement dans les estuaires que l'on rencontre à une hauteur considérable au-dessus du niveau de la mer, à Porto-Novo par exemple, ainsi qu'à Goudelour. De ce qui précède et de la disposition des assises crétacées que l'on rencontre à Yanaon et à Calapett, à peu près à la même profondeur, il résulte ceci : c'est que, depuis les premiers soulèvements, la configuration de la péninsule n'a pas notablement changé, spécialement depuis les temps secondaires. Alors, comme aujourd'hui, le pays était plus élevé à l'ouest et les deux côtes étaient presque parallèles.

SUR LES COUCHES DITES CRÉTACÉ INFÉRIEUR DES ENVIRONS DE SOUGRAIGNE (AUDE)

par M. E. JACQUOT (1).

Les explorations entreprises dans les Corbières pour l'exécution de la Carte géologique au $\frac{1}{1000000}$ ont eu pour effet, entre autres résultats, d'y signaler la présence du système triasique jusque-là passé sous silence dans toutes les descriptions auxquelles la contrée a donné lieu. M. Depéret a reconnu qu'il occupait une assez large place aux environs de Durban et de Tuchan, sur la lisière orientale de ces montagnes. De mon côté, en poussant une reconnaissance vers les sources salées, autrefois exploitées, qui sourdent au fond de la vallée de Sougraigne, en un point qu'indique la carte du Dépôt de la Guerre, et qui donnent naissance à la rivière connue sous le nom caractéristique de *Sals* (2), j'ai constaté la présence d'un petit bassin keupérien, enclavé par failles dans le terrain crétacé sur une étendue d'environ trois kilomètres.

En se reportant à la note sur le système triasique dans la région pyrénéenne (3) on reconnaît qu'en dehors des marnes magnésiennes versicolores et gypseuses qui constituent la masse principale du terrain, on rencontre sur ce point les roches qui leur sont habituellement associées. Ce sont :

1° Le calcaire magnésien, à cassure unie et mate, en petites couches bien réglées, à surface unie et lisse, auquel on a appliqué en Lorraine

(1) Ce travail a été présenté dans la séance du 16 juin 1890. Le manuscrit en a été déposé au Secrétariat le 16 Novembre 1890.

(2) D'après M. Vène (Rapport sur le terrain présumé salifère de Fourtou et de Sougraigne (Aude), *Annales des Mines*, 3^e sér., t. VI, 1834), les sources qui donnent naissance à la rivière de Sals, sont au nombre de cinq; mais comme elles sourdent dans un espace de cinq à six mètres elles peuvent être considérées comme les griffons d'une source unique. Celle-ci donne, par 24 heures, l'énorme volume de 8.000 hectolitres d'une eau marquant entre 5° et 6° à l'aréomètre de Baumé. Leur débit paraît être sans grand changement avec les saisons; mais il présente des variations étranges. Ainsi il s'élève quelquefois brusquement et l'eau coule en même temps plus salée et troublée par des détritits rougeâtres.

On peut en inférer que le gîte auquel elle emprunte sa salure, est enclavé dans des marnes analogues à celles que l'on observe à son point d'émergence.

Je remarque qu'à raison de son débit élevé, la source de la Sals correspond manifestement à une faille.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVI, séance du 18 juin 1888.

le nom de *dolomie moellon*, pour rappeler que c'est la seule pierre propre aux constructions afférentes à la bande Keupérienne (1)

2° Le grès argileux du Keuper, très reconnaissable à son faciès lithologique et rapproché à Sougraigne de celui de la Lorraine par les recherches auxquelles ont donné lieu les petites assises de mauvaise houille pyriteuse qu'il renferme ;

3° Enfin les cristaux de quartz bipyramidés, vulgairement connus sous le nom de Hyacinthes de Compostelle.

Ces diverses roches se montrent le long du sentier situé sur la rive gauche de la Sals, qui conduit de la Source Salée au village de Sougraigne. Il y en a des spécimens très caractéristiques conservés dans les collections du service géologique. Les cristaux de quartz de cette région méritent une mention spéciale ; il sont, en effet, à facettes d'une netteté parfaite, translucides, et exceptionnellement volumineux, eu égard à leur provenance.

Pour compléter l'analogie signalée entre la composition du bassin de Sougraigne et le Keuper de la Lorraine, il importe de faire remarquer que la source de la Sals est corrélative d'un gîte de sel gemme dans la profondeur. C'est là une conséquence imposée par la raison et vérifiée par l'expérience. En effet, les travaux d'exploration entrepris dans le sud-ouest, aux abords des sources de cette nature, ont tous abouti à la découverte de pareils gîtes. Pour qu'il ne reste à cet égard aucun doute, citons des exemples. Ce sont : la région située entre Dax et Pouillon, comprenant St-Pandelon, Sagnac, Mimbaste, Benesse, le Pouy-d'Arzet et le Montpeyrroux ; à proximité de Bayonne, Urcuit, Briscous, Villefranque et tout récemment Bassussarry ; Oraas à l'ouest d'Orthez, Salies du Salat

(1) Il convient de rappeler que ces couches reproduisent plutôt le faciès du calcaire que celui de la dolomie. C'est à Elie de Beaumont que l'on doit d'y avoir constaté dès 1828 la présence de la magnésie. (Observations géologiques sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du Lias. — Annales des Mines, 2^e série, Tome IV. — Mémoires pour servir à une description géologique de la France, vol. I, 1830. — *Bull. Soc. Géol.*, 1^{re} série, volume VIII, 1837).

En reprenant l'analyse de quelques-unes de ces roches, j'ai reconnu que les carbonates de chaux et de magnésie s'y trouvaient en proportions définies, se rapprochant des formules : $2 \text{Ca O.CO}^2 + \text{Mg.O CO}^2$ et $3 \text{Ca O.CO}^2 + \text{MgO.CO}^2$. (Note sur la composition de quelques calcaires magnésifères des terrains vosgien et triasique. Bulletin de la Société d'histoire naturelle du département de la Moselle, 7^e cahier, 1835).

La même constatation a été faite par un chimiste allemand pour les calcaires keupériens de la Souabe.

dans la vallée de ce nom, enfin Camarade, près du Mas d'Azil (1).

Le parallélisme établi entre le bassin de Sougraigne au point de vue du facies des roches, se manifeste également dans leur disposition. Ainsi le calcaire dolomitique se montre au sommet de l'assise en recouvrement sur le grès qui est lui-même superposé aux marnes gypseuses d'où émerge la source de la Sals (2).

En résumé, il est impossible à tout observateur initié à la connaissance des marnes irisées dans leur gisement classique du versant occidental des Vosges, de ne pas reconnaître à Sougraigne l'étage inférieur de ce terrain, tel qu'il est constitué à Dieuze, à Moyenvic et à Vic, dans la vallée de la Seille, ainsi qu'à Varangeville, à Donbasle et à Rosières, sur les bords de la Meurthe, au sud-est de Nancy. La concordance, tant dans les détails que dans l'ensemble, est complète, et le banc de sel gemme auquel la Sals emprunte sa salure, est exactement sur l'horizon des puissants dépôts de la Lorraine.

C'est pourquoi, dans ma note sur le gisement et la composition du système triasique de la région pyrénéenne, ayant à faire un choix parmi les nombreux pointements de cette espèce situés en dehors de la chaîne, j'ai jugé à propos de donner une place au petit bassin salifère de Sougraigne. Je l'ai choisi à dessein comme un des meil-

(1) Cette liste comprend tous les gisements salifères connus dans la région du sud-ouest en dehors de Salies de Béarn et de la source salée appartenant à la commune d'Aincille, qui prend naissance près de Béhérobie, au fond d'un vallon latéral à la Nive de ce nom.

Ces sources sont, comme celles citées ci-dessus, en rapport avec des pointements keupériens. Le Bayaa, exploité de toute antiquité à Salies pour la fabrication du sel et depuis une trentaine d'années pour un établissement de bains, est une source tellement puissante et d'ailleurs suffisamment salée pour qu'on n'ait pas eu à mettre à jour le gîte qui l'alimente. Quant à la source de Béhérobie, sa situation dans la montagne explique assez pourquoi on a été obligé de renoncer à l'exploiter. Comme celle de Salies, elle n'a été l'objet d'aucun travail d'exploration.

(2) Comme j'aurai à citer assez souvent les travaux de M. Levallois, il importe de faire remarquer que dans les descriptions qu'il a données du keuper de la Lorraine, la dolomie moellon, le grès et les marnes gypseuses qui renferment le sel gemme, constituent le groupe moyen de ce terrain. Pour des raisons qu'il est inutile de reproduire, il a cru devoir y rapporter les marnes avec gypse et la dolomie que l'on observe près du confluent de la Vezouve dans la Meurthe, non loin de Lunéville, et en faire son groupe inférieur. Ce dernier n'est nulle part en Lorraine aussi développé que dans la région des Nied et il paraît avoir plus d'affinité avec le Muschelkalk qu'avec le Keuper. C'est ce qui m'a engagé à le rapporter au premier terrain, tout en reconnaissant qu'il y a un passage graduel de l'un à l'autre.

Le dissentiment porte donc tout entier sur la place où il convient de mettre la limite séparative du muschelkalk et du keuper. Il est dès lors plus apparent que réel; mais j'ai dû le signaler pour prévenir toute ambiguïté.

leurs exemples à citer. Je remarque même qu'il y est décrit comme appartenant *incontestablement* au Keuper.

Tel n'est pas l'avis de M. Carez. Dans une note intitulée : *Sur les couches dites triasiques des environs de Sougraigne (Aude)*, il a essayé d'infirmer cette attribution.

Il convient d'examiner les objections qu'il a produites. Il n'importe pas moins d'apprécier la solution qu'il a substituée à celle de la note sur le terrain triasique.

L'objection capitale contre l'attribution du bassin salifère de Sougraigne au Keuper paraît être tirée de l'absence des fossiles dans ce petit bassin. C'est du moins ce que l'on peut inférer du passage placé en tête de la note de M. Carez, où il est dit que : « J'ai classé ces sédiments dans le Trias uniquement d'après leur faciès lithologique, car je n'ai trouvé *aucun fossile* dans les nombreux affleurements que j'ai visités, et que je n'ai pu que dans des cas très rares établir la position des marnes dans la série stratigraphique. »

Réclamer des fossiles à l'appui de l'attribution du pointement de Sougraigne au Keuper, c'est méconnaître complètement la nature et les caractères essentiels de ce terrain. Si on se reporte en effet aux plaines de la Lorraine, où on a constamment et avec raison placé le type des marnes irisées, on reconnaît qu'elles sont notamment caractérisées par l'absence ou la pénurie des fossiles du règne animal. Sous le parallèle de Nancy, la bande de ce terrain, étendue sur le revers occidental des Vosges, occupe une largeur de près de 40 kilomètres et elle n'a pas moins de 300 mètres d'épaisseur. Dans la description que les auteurs de la carte géologique de la France au $\frac{1}{500000}$ en ont donnée (1) ils n'ont trouvé à signaler que deux localités fossilifères, savoir : Puttigny et Deuxville, où on a constaté la présence du *Posidonomya Keuperiana* et d'un bivalve rapporté au genre *Mya* dans les calcaires dolomitiques qui couronnent l'étage supérieur. Et encore faut-il remarquer que c'est un emprunt fait à une notice géologique de Guibal insérée dans la Statistique du département de la Meurthe par Lepage (2), de telle sorte que leurs explorations n'ont rien ajouté

(1) *Explication de la Carte géologique de la France*, par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, Inspecteurs généraux des Mines, Tome deuxième, 1848, pages 1 à 98.

(2) *Notice sur la géologie du département de la Meurthe* dans la statistique de ce département, par Lepage, Nancy, 1843.

J'ai eu l'occasion de faire remarquer (*Note sur la composition de quelques calcaires magnésifères*, etc., citée plus haut) qu'en attribuant ces fossiles, comme ils l'ont fait, à la dolomie moellon, ils avaient transposé l'observation de Guibal. En 1848, époque à laquelle remonte la publication du Tome II de l'Explication, cette dolomie était considérée comme étant complètement azoïque. C'est seulement vers 1855 et dans le département de la Moselle qu'on y a découvert quelques fossiles très frustes.

sous ce rapport à ce qui était déjà connu et cette observation peut être étendue au Keuper de la France entière.

On peut faire la même constatation dans les monographies locales. Dans son *Aperçu de la constitution géologique du département de la Meurthe* (1), M. Levallois dit, à l'article du groupe supérieur du Keuper : « On y trouve aussi quelques rares coquilles, tant bivalves qu'univalves, qui n'ont pas encore été déterminées. Le groupe moyen au contraire n'a présenté jusqu'ici *aucun fossile du règne animal*. Il n'est pas davantage fait mention de fossiles keupériens dans l'esquisse de la géologie du département des Vosges par M. de Billy (2). Enfin la description géologique du département de la Moselle (3) signale dans les assises de calcaire magnésifère qui couvrent l'étage inférieur du Keuper des moules mal conservés de bivalves et d'univalves qui ont permis à M. Terquem, chargé de la partie paléontologique de l'ouvrage, de déterminer les genres, mais qui n'ont pas fourni les caractères propres aux espèces. Le seul fossile déterminable a été rencontré dans un des rognons de minerais de fer carbonaté lithoïde exploités dans les bois de Velving, roche qui accompagne accidentellement le grès. L'échantillon, cassé par le milieu dans le sens de la stratification, a offert sur ses deux faces une multitude d'empreintes de petites Posidonomyes qui, d'après M. Terquem, devraient être rapportées à la *Posidonomya minuta* Br.

Cette pauvreté de la faune du Keuper n'est point propre à la Lorraine. Elle se manifeste également dans les assises similaires du Jura, de la Provence et des lambeaux de ce terrain disposés à la périphérie du plateau central. Il est manifeste qu'on ne peut en tirer aucune conclusion au point de l'assimilation à établir entre toutes ces assises.

Le rapprochement a cependant été fait et c'est même une étude beaucoup plus avancée qu'on est généralement porté à le croire. Comme elle constitue le point essentiel de la discussion soulevée par la note de M. Carez, je crois devoir entrer à cet égard dans quelques développements.

Pour l'ordre de cette discussion il convient de rappeler tout

(1) Levallois. *Aperçu de la Constitution géologique du département de la Meurthe*. Extrait des *Annales des Mines*, 4^e série, Tome XIX, 1851, et *Mémoires de l'Académie de Stanislas*, Nancy, 1862.

(2) De Billy. *Esquisse de la géologie du département des Vosges*. — Extrait des *Annales de la Société d'Emulation*. Epinal, 1850.

(3) *Description géologique et minéralogique du département de la Moselle*, par M. E. Jacquot, Ingénieur en chef des Mines, avec la coopération de MM. Terquem et Barré. Paris, 1865.

d'abord que, dans la bande où il s'étale sur le revers occidental des Vosges, le Keuper présente une composition remarquablement uniforme. Le fait ressort d'une manière très nette, tant de la description qu'en ont donnée les auteurs de la carte géologique que des monographies locales. Les calcaires dolomitiques qui couronnent les deux étages que l'on peut y distinguer, se poursuivent dans toute l'étendue de la bande avec leurs caractères propres qui permettent de les reconnaître. Quoiqu'on ne puisse tirer aucun parti des fossiles très frustes qu'ils renferment, ils constituent en réalité des moyens de repère très faciles à reconnaître. Celui de la dolomie moellon a été qualifié à juste titre par M. Levallois d'un des meilleurs horizons auxquels on puisse avoir recours. Le grès se poursuit également dans toute la bande avec ses caractères. Le sel gemme n'y forme, il est vrai, que des lentilles; mais leur amplitude est telle qu'on a pu établir une relation entre les gîtes de la vallée de la Seille et ceux plus récemment mis à jour au sud-est de Nancy. Les dépôts de gypse sont également localisés; mais ils se montrent dans chaque étage à des niveaux constants. Enfin les petits dépôts de combustible sont constamment associés à l'assise gréseuse. En résumé le Keuper de la Lorraine a une composition remarquablement concordante et, tant à raison de cette uniformité que par suite de son développement, il est très propre à servir de type pour la comparaison à établir avec les assises similaires des autres contrées.

Cette comparaison a été faite et on en a tiré des rapprochements intéressants qu'il convient de faire connaître.

Dès 1827, à la suite d'une mission qu'il avait reçue du Directeur général des mines, M. Levallois a été conduit à affirmer l'identité des gîtes de sel du Jura et de ceux de la Lorraine, ainsi que la contemporanéité des assises qui les renferment (1). Elle s'imposait d'ailleurs, puisque, dans les explorations entreprises pour l'exécution de la Carte géologique, Elie de Beaumont avait établi, entre les Vosges et le Jura, la continuité des marnes irisées et des bancs qui leur sont subordonnés (dolomie, grès et gypse).

Dans un important mémoire qui figure parmi les publications de la Société afférentes à l'année 1837 (2), M. Levallois a également

(1) *Note sur le gisement du sel gemme dans le département du Jura*, par M. J. Levallois, Ingénieur en chef des Mines. (Annales; 2^e série).

(2) *Identité des formations qui séparent dans la Lorraine et la Souabe le calcaire à gryphites du Muschelkalk*.

montré les relations de parallélisme que présentent les couches du terrain de marnes irisées sur le versant occidental des Vosges et sur le revers oriental de la Forêt-Noire. Il a de nouveau traité cette question avec de grands détails en 1867, tant pour corroborer ses conclusions que pour réfuter certains rapprochements faits par M. d'Alberti et qui lui ont paru reposer sur des données inexactes(1).

Dans les quinze dernières années, j'ai eu, pour ma part, maintes occasions d'observer le terrain Keupérien sur de nombreux points de la France et j'ai été amené à généraliser les rapprochements opérés par M. Levallois.

Je les ai consignés incidemment dans les conclusions de ma note sur le gisement et la composition du système triasique de la région pyrénéenne. J'y affirme que sur la plus grande étendue du territoire français aucun terrain sédimentaire ne conserve mieux que le Keuper ses caractères lithologiques et sa disposition d'ensemble. A l'appui de cette proposition j'ai cité, entre autres régions, la Provence tout entière, y compris le comté de Nice, les environs de Décize, sur les bords de la Loire, St-Léger-sur-Dheune, enfin le petit pointement de Molière, près d'Alais.

Pour ne rien omettre il faudrait y joindre la partie orientale de la péninsule ibérique, où le Trias recouvre de vastes espaces avec une composition identique à celle qu'il a en Lorraine. C'est ce que je crois avoir démontré à la suite de l'exploration que j'ai faite en 1859 de la région de plateaux élevés par laquelle se termine, du côté du sud, la Muela d'Albarracin et qui est vulgairement connue sous le nom de Serrania de Cuenca (2). Sans entrer dans des détails qui seraient superflus, je rappellerai qu'on y retrouve à leur place, avec leur faciès caractéristique, toutes les roches qui constituent le Keuper normal : la dolomie moellon avec sa composition atomique et ses moules très frustes de coquilles, le grès qui en forme le substratum, les marnes gypseuses versicolores, le sel gemme, les cristaux de quartz bipyramidés et même les rognons de minerai carbonaté lithoïde associés au grès. L'identité est tellement saisissante que, dans la séance du 17 décembre 1866, j'ai jugé à propos de faire passer sous les yeux de la Société géologique

(1) Remarques sur les relations de parallélisme que présentent dans la Lorraine et la Souabe les couches du terrain de marnes irisées ou keuper. *Bul. Soc. Géol.*, 2^e série, Tome XXIV, 1867.

(2) Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca (Espagne). *Annales des Mines*, 6^e série, Tome IX, 1866.

Sur la composition et l'âge des assises qui, dans la Péninsule Ibérique, séparent la formation carbonifère des dépôts jurassiques. *Bul. Soc. Géol.*, 2^e série, T. XXIV, 1866.

des échantillons de ces diverses roches concurremment avec leurs similaires de la Lorraine, pour montrer qu'il était impossible d'établir entre elles une distinction quelconque (1). Si on considère que la Serrania est séparée de cette contrée par une distance d'environ 1,200 kilomètres et que le rapprochement s'applique à des couches qui, comme la dolomie, n'ont que quelques centimètres d'épaisseur, on reconnaîtra qu'il présente quelque intérêt.

La conclusion qui se dégage avec le plus d'évidence de l'analyse de tous ces documents, c'est l'identité de composition du Keuper sur une grande partie de l'Europe occidentale.

Il y a là un fait manifestement de même ordre que l'identité ou l'équivalence des faunes ; il a la même portée et on peut en conclure avec autant d'assurance à la *contemporanéité* des dépôts. La méthode qui en découle, a été caractérisée par M. Levallois dans sa note sur le Jura, en quelques lignes concises. Je ne saurais mieux faire que de les lui emprunter en soulignant par des italiques les passages essentiels. *Les marnes irisées, dit-il, ont un faciès tellement caractéristique, au moins dans l'est de la France et dans l'Allemagne méridionale que, quoique dépourvues de fossiles, on ne peut les méconnaître quand on les a une fois observées.*

Je n'ai pas procédé autrement quand j'ai assimilé les assises du bassin salifère de Sougraigne à l'étage inférieur du Keuper lorrain. En me référant à la description que j'ai donnée de ces assises dans le préambule de ma note, je maintiens donc cette assimilation.

Il faut bien le remarquer, d'ailleurs, la reconnaissance d'un des membres du Trias dans les Corbières a comblé une lacune dans les observations auxquelles a donné lieu l'étude de la constitution géologique de cette région. Ce petit groupe montagneux n'étant, en effet, qu'une récurrence des Pyrénées en saillie sur l'alignement général de la chaîne, devait en reproduire la composition. Or le Trias est pour la région pyrénéenne un terrain de premier ordre. Il est non seulement développé dans la montagne ; mais il s'étend encore souterrainement et à sa place, sur une grande distance, comme le prouve sa réapparition à Dax, à 75 kilomètres de l'axe de la chaîne (2).

(1) *Bul. Soc. Géol.*, Tome XXIV, 2^e série, pages 139-140.

(2) Au droit de Sougraigne on trouve vers le sud le pointement triasique d'Amélie-les-Bains dans la vallée du Tech. En se reportant à ma note du 13 juin 1888, on reconnaîtra qu'il est complet, puisque le grès bigarré, le muschelkalk et les marnes irisées s'y trouvent représentés et à leurs places respectives. Mais il convient d'ajouter qu'avant l'exploration que j'ai faite de cette vallée avec M. Depéret en 1886, le pointement d'Amélie n'était pas plus connu que celui de Sougraigne. Leymerie en avait bien donné une description dans les Actes de la Société linnéenne de Bordeaux (Cahier de 1861), mais faute de connaître le Trias dans son gisement classique, il avait complètement méconnu l'âge de ces assises.

On ne saurait se dissimuler que la reconnaissance définitive de ce terrain comme un des membres essentiels de la constitution géologique du sol dans le sud-ouest, rencontre quelque résistance. Elle provient tant de ce qu'il n'est pas très connu que de la situation anormale dans laquelle se présentent le plus souvent les pointements afférents à la plaine. A mon sens cette résistance n'est nullement justifiée. Qui oserait nier l'existence du trias en Provence, où Alcide d'Orbigny a pris un de ses types pour le *Muschelkalk*, concurrentement avec Lunéville? Cependant, il y a dans cette province une foule de points où les gisements de cette nature présentent des difficultés tout aussi inextricables que celles qu'offre la région pyrénéenne. Dans les deux cas elles proviennent de ce que l'étude des failles, très négligée, n'a pas marché de pair avec celle de la détermination des terrains et de leurs divisions. Les tracés qu'on donne des réseaux de ces sortes d'accidents sont le plus souvent très défectueux. Il en résulte qu'on n'en a pas tiré les conséquences qui en découlent et qu'on connaît mal leurs effets.

En réservant aux explorations de détail le soin de reconnaître les failles qui leur incombe manifestement, et de justifier l'existence des pointements singuliers que le trias forme dans la région pyrénéenne, il n'est pas hors de propos d'établir leur existence, surtout quand ils sont indiscutables, comme cela a lieu dans l'espèce. Ce sont autant de pierres d'attente amassées pour la construction de l'édifice.

La place qu'occupe le bassin salifère de Sougraigne fournirait au besoin un supplément de preuves à l'appui de son attribution (1) au terrain triasique. Dans mes notes sur ce terrain, j'ai montré que les pointements de cette nature étaient disposés par grandes bandes reproduisant la direction de l'axe de la chaîne. C'est ce qui ressort avec évidence de l'examen de la carte au $\frac{1}{1000000}$. Comme je l'ai fait remarquer d'ailleurs, les exagérations regrettables auxquelles le principe des alignements a donné lieu dans son application ne sont pas une raison pour l'abandonner et pour négliger de mettre en évidence, quand l'occasion s'en présente, les grands traits de la constitution géologique du sol. Or, si on se reporte à la carte, on reconnaît que le fond de la vallée de Sougraigne forme l'extrémité orientale d'une pareille bande ayant 2 à 3 kilomètres de largeur et qui se dirige vers Foix, suivant une ligne orientée Est, quelques degrés Sud, Ouest quelques degrés Nord. Elle est jalonnée à la sur-

(1) *C. R. Ac. Sc.*, séance du 21 juin 1886, *Bulletin*, 3^e série, Tome XVI.

face du sol par le pointement de St-Ferriol, puis par celui de Villac au sud-est de Lavelanet et enfin par celui de Leichert.

C'est ici le lieu de répondre à un des reproches que m'adresse M. Carez. Tout en reconnaissant que le pointement de St-Ferriol est du même âge que celui de la source salée, il ajoute : « qu'il est loin d'être aussi réduit que je le pense et qu'il forme une très longue bande s'étendant depuis la grange de Sarat-Grémat jusqu'à la vallée de l'Aude, sur une longueur de 12 kilomètres. »

Je n'éprouve aucun embarras à déclarer que le temps dont j'ai eu à disposer pour l'exploration d'ensemble de la chaîne des Pyrénées ne m'a pas permis de faire aux environs de Rennes-les-Bains d'autre course que celle qui est indiquée dans ma note de 1888, c'est-à-dire de cette station vers le Pech de Bugarach et le col de Linas avec retour par la vallée de Sougraigne. C'est dans cette course que j'ai reconnu l'existence du Keuper normal aux abords de la source salée. Quant au pointement de St-Ferriol, il a été marqué sur la carte d'après les indications fournies par quelques roches caractéristiques de ce terrain que j'ai vues dans la collection de l'instituteur de Bugarach. Je n'ai pas davantage eu l'occasion de visiter les pointements de Villac et de Leichert. J'en ai emprunté la détermination et l'emplacement pour le premier, à la carte géologique de l'Ariège et, pour le second, à celle qui accompagne la thèse de M. de Lacvivier.

En principe les pointements triasiques figurés sur la carte au $\frac{1}{1000000}$ sont, pour la plus grande partie, le résultat de mes observations. Mais je tiens à bien établir qu'ils ne représentent qu'un *minimum*. Je suis disposé à penser en effet que les explorations de détail à entreprendre dans la région pyrénéenne en mettront à jour un grand nombre d'autres, surtout dans les hautes régions de la montagne, pourvu que les observateurs remplissent la condition essentielle imposée par M. Levallois, c'est-à-dire qu'ils soient initiés à la connaissance du Trias et en état de le reconnaître à son faciès si caractéristique.

Quant aux contours qui ont été l'objet d'une critique de la part de M. Carez, il est manifeste qu'ils ne peuvent être qu'approximatifs sur une carte où un kilomètre est représenté par un millimètre. Je remarque même que, pour mettre en évidence les pointements triasiques de la région pyrénéenne, on a dû le plus souvent en exagérer beaucoup l'importance. Le tracé des contours est manifestement réservé aux études de détail. Mais je ne fais aucune difficulté de reconnaître que le pointement de St-Ferriol devra être rectifié sur la prochaine édition de la petite carte. Allant des bords

de l'Aude à la grange de Sarat-Grémat, par ce village, il reproduira exactement la direction des Pyrénées sur une longueur très appréciable de 12 kilomètres. Ce sera une nouvelle preuve à l'appui de la tendance qu'ont les bandes triasiques à s'aligner parallèlement à l'axe de la chaîne.

Sans nous arrêter davantage à ces objections de détail, il convient d'aborder résolument la question principale soulevée par la note de M. Carez. Les assises qui constituent le bassin salifère de Sougraigne, sont-elles crétacées, comme il l'affirme en opposition à l'attribution que j'en ai faite au Keuper ? C'est bien là le point capital du dissentiment qui existe entre nous.

J'éprouve, je l'avoue, quelque embarras pour discuter une pareille question avec M. Carez. Je relève, en effet, dans sa note, une grave lacune. Dans la coupe qu'il donne du bassin de Sougraigne (page 374) on ne trouve aucune trace de ces assises signalées dans ma note de 1888, et qui, tant par leur faciès caractéristique que par l'ensemble de leur disposition, dénotent la présence du Keuper. Les petites couches de dolomie à surfaces unies et plates n'y figurent pas, à moins qu'on ne veuille les reconnaître dans les bancs de calcaire argileux cités comme étant associés aux marnes rouges et grises. Le grès qui forme le substratum de la dolomie, est également passé sous silence. Il n'est pas davantage question des cristaux de quartz qui abondent dans les marnes sur quelques points. Tous les moyens de repère se trouvant ainsi supprimés, on ne saurait être surpris que M. Carez ait été conduit à nier l'existence du Keuper à Sougraigne.

Il y a d'ailleurs dans sa note beaucoup d'autres preuves de la méconnaissance des caractères essentiels de ce terrain. Ne me prête-t-il pas, en effet, dès le début, cette opinion, que « *la présence d'argiles? avec gypse et sel et accidentellement ophite, indique que l'on a certainement affaire à du Trias?* » Si j'ai avancé dans ma note de 1888 que l'on pouvait, sans crainte de se tromper, rapporter au Trias tous les gîtes de sel gemme exploités dans la plaine sous-pyrénéenne ou qui sont simplement signalés par l'existence de sources chlorurées sodiques, j'en ai fait immédiatement la preuve pour quatre des plus notables d'entre eux, savoir : Sougraigne, Salies du Salat, Gaujacq et Bastennes et les environs de Dax. Je suis prêt à la faire pour le surplus et je n'y manquerai pas quand on leur donnera une autre attribution. Mais c'est travestir ma pensée que de la présenter sous la forme que lui donne M. Carez. Les développements dans lesquels je suis entré pour montrer comment le Keuper a été identifié dans la plus grande partie de l'Europe

occidentale montrent assez que pour conclure à l'existence du Keuper il faut autre chose que des marnes versicolores, du gypse et du sel.

D'après un autre passage de la note de M. Carez la détermination de ce terrain pourrait bien ne reposer que sur une base encore plus fragile. Quand on aborde les Corbières par le nord, on remarque qu'aux environs de la station hydrominérale d'Alet, les coteaux entre lesquels la route de Carcassonne à Quillan est encaissée, présentent une teinte rouge, très intense. Elle est due à l'interposition dans les assises crétacées supérieures de la région, de couches plutôt sableuses que marneuses et fortement colorées par un dépôt d'oxyde de fer. Je m'empresse d'ajouter qu'aucun géologue initié à la connaissance du Keuper ne confondra ce dépôt *unicolore* avec les marnes *irisées*.

M. Carez a cependant encore trouvé là un argument pour repousser l'attribution du bassin salifère de Sougraigne à ce terrain. D'ailleurs, dit-il (page 378), il existe dans le crétacé supérieur de la région des argiles (?) rouges avec gypse et sources minérales (1), de sorte qu'il ne faut pas considérer ce faciès comme spécial aux dépôts d'âge triasique.

J'ai à examiner en dernier lieu la solution que M. Carez a substituée à celle de ma note. D'après le figuré graphique qu'il en donne, il y aurait dans le bassin de Sougraigne quelques îlots de calcaires compacts à Réquiénies, Polypiers et Orbitolines disséminés au milieu des marnes versicolores qui constituent la masse presque entière du bassin. D'autre part les deux roches seraient tellement enchevêtrées qu'il serait impossible de ne pas admettre un passage latéral

(1) Les sources minérales, auxquelles il est fait ici allusion, ne peuvent être autres que celles d'Alet qui émergent du grès de ce nom, sur les bords de l'Aude. Elles appartiennent à la catégorie des bicarbonatées sodiques, calciques et ferrugineuses et elles ne renferment qu'une proportion insignifiante de chlorure de sodium. Sous ce dernier rapport elles ne sont donc assimilables ni à la Sals, ni même aux sources des Bains de Rennes. Ces dernières, avec leur chlorure de sodium et leurs sulfates de chaux et de magnésie, sont bien des sources d'origine triasique. On pourrait certainement en tirer un argument qui ne manquerait pas de valeur, en faveur de la présence du Keuper dans la profondeur au droit de la faille où se trouvent leurs cheminées. Mais il faudrait entrer à cet égard dans des développements qui allongeraient démesurément ma note. Je me contente donc de signaler la relation, en ajoutant que le terrain contesté à Sougraigne est *l'agent minéralisateur par excellence* d'une foule de sources thermales dans les Pyrénées, les Alpes et les Vosges.

En tirant de la composition chimique des sources d'Alet le rapprochement précité, M. Carez a fait une confusion regrettable.

de l'une à l'autre. C'est pourquoi M. Carez a conclu à la contemporanéité des dépôts.

La course que j'ai faite à Sougraigne ne m'a pas permis de reconnaître les ilots de calcaire à Réquiénies signalés, puisqu'ils sont tous relégués dans la partie du bassin située à l'est de la source de la Sals, où je n'ai pas pénétré. Ce n'est pas une raison pour ne pas examiner la conception que M. Carez a produite comme le résultat final de ses observations. A mon sens elle soulève de graves objections. Si on considère en effet que les marnes qui constituent de beaucoup la roche dominante dans le bassin, sont essentiellement magnésifères et qu'elles doivent leurs couleurs variées à des oxydes et à des silicates de fer, on s'explique mal comment leur dépôt a pu s'effectuer simultanément avec celui du calcaire à Réquiénies. Il faudrait donc admettre qu'il s'est fait dans les eaux qui remplissaient le bassin un départ dont on recherche en vain la cause. En résumé la solution proposée par M. Carez et qui l'a amené à attribuer au terrain crétacé inférieur les marnes versicolores de la région, est complètement inacceptable.

Pour moi ces marnes et les roches caractéristiques qui leur sont associées (dolomie, grès avec dépôts de combustibles, cristaux de quartz, gypse et sel gemme), sont et restent du Keuper incontestable. C'est même l'étage inférieur tout entier du type lorrain, comme je crois l'avoir démontré.

PRÉSENTATION D'UN MÉMOIRE (1)

par M. J. SEUNES

Le mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la Société comporte deux parties principales. Je ne puis songer à donner l'analyse des coupes détaillées décrites dans la première partie, et embrassant la région sous-pyrénéenne comprise entre l'Océan et la bordure orientale des Départements des Basses-Pyrénées; il me sera plus facile de résumer ce qui a trait à la succession des assises qui participent à la structure de la région.

Je laisserai momentanément de côté ce qui est relatif au Trias et je m'occuperai tout d'abord des autres assises secondaires et de celles de l'Eocène inférieur.

JURASSIQUE

Infra-Lias.

Ce sous-étage est représenté dans la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France par un lambeau de calcaires en relation avec les argiles bariolées et salifères de Saint-Pandelon (Sud de Dax), et dans lesquels j'ai recueilli :

<i>Acteonina</i> cf. <i>fragilis</i> Quenst.	<i>Anisocardia</i> n. sp.
<i>Turritella melania</i> Quenst.	<i>Arricula</i> ind.
<i>Trochus</i> cf. <i>Jamoignacus</i> Terq. et Pict.	etc. . . .

C'est également à l'Infra-Lias que j'ai rapporté les calcaires noirâtres, souvent en plaquettes, qui surmontent les argiles bariolées et gypsifères de Sare, Ascain, et des environs de Saint-Jean-Pied-de-Port. Le lambeau de Saint-Pandelon permet de classer sûrement dans le Trias non seulement les argiles bariolées gypsifères du Sud de Dax, mais également celles qui se rencontrent en divers points de la région sous-pyrénéenne. Nous reviendrons sur ce sujet.

Le Jurassique des environs de Cambo offre la succession la plus complète qui ait été signalée dans les Pyrénées. Les calcaires géné-

(1) *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Eocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest (Basses-Pyrénées et Landes)*. — Communication faite dans la séance du 17 novembre. Manuscrit déposé au Secrétariat le 27 novembre.

ralement marneux et noirs qui se développent entre le massif ancien du Labourd et le Crétacé inférieur présente du Sud au Nord :

Liasien.

Épaisseur : 150 mètres environ.

Rhynchonella liasica Reynes.
— *rimosa* Quenst.

Pecten cf. *æquivalvis* Sow.
etc., etc.

Ce sous-étage existe également à Lacarre, Saint-Jean-Pied-de-Port, Sare, etc.

Toarcien à Harpoceratidæ.

Épaisseur : 100 mètres environ.

Hildoceras bifrons Brug.
— *Levisoni* Simps.

Dumortieria radiosa Seebach.
Belemnites tripartitus Schloth.
Pecten, *Posidonia*, etc., etc.

Ludwigia aalensis Zieten.
Leioceras serpentinum Reinecke.

Autres affleurements : Ahaxe, Irouléguy, Sare, etc.

Bajocien.

1^o Niveau inférieur à *Ludwigia Murchisonæ* Sowerby (30^m).

2^o Niveau supérieur à *Stephanoceras subcoronatum* Oppel. (3^m).

Lioceras olithicum d'Orb.

Ancyloceras annulatum d'Orb., etc.

Bathonien.

Épaisseur : 80 mètres environ.

Belemnites cf. *Bessinus* d'Orb. et *Bel. calloviensis*, d'Orb.

Callovien.

Épaisseur : 150 mètres environ.

1^o Niveau inférieur à *Macrocephalites*.

2^o Niveau supérieur; puissamment développé; *Perisphinctes* nombreux :

Reineckeia anceps Reinecke.
Perisphinctes funatus Oppel.
— *curvicosta* Oppel.
-- *Batiniensis* Neum.

Perisphinctes evolutus Neumayr.
— *subbacheria* Sow.
— *Gottschei* Stein.
Oppelia hectica Hartm. etc., etc.

Oxfordien à Perisphinctes.

Épaisseur : 80 mètres environ.

Belemnites hastatus, de Blainv.

Jurassique supérieur.

Comprenant 40 à 50^m de calcaires noirs, parfois dolomitiques, sans fossiles.

Aucun affleurement jurassique ne m'a présenté la faune sinémurienne.

CRÉTACÉ**Néocomien** (*Sensu stricto*).

Cet étage n'est pas représenté.

Urgo-Aptien.

1^o Niveau inférieur. — Deux faciès :

a. CALCAIRES CORALLIENS A TOUCASIA CARINATA DU BÉARN.

b. CALCAIRES CORALLIENS ET SPATHIQUES DU PAYS BASQUE.

Terebratula cf. *Moutoniana* d'Orb.

Pyrina cylindrica d'Orb.

— *sella* Sow.

Orbitolina discoidea A. Gras.

Rynchonella lata Sow.

— *conoidea* A. Gras., etc., etc.

2^o Niveau supérieur : MARNES ET CALCAIRES MARNEUX A HOPLITES DUFRENOYI DU PAYS BASQUE ET DU BÉARN.

Hoplites Dufrenoyi d'Orb.

Terebratula longella Leym.

— *Deshayesi* Leym.

— *tamarindus* Sow.

Acanthoceras Martini d'Orb.

Pseudodiadema Malbosi Cott.

Belemnites semicanaliculatus de Blainv.

Echinospatagus Collegnoi, d'Orb.

Sphæra corrugata d'Orb.

Orbitolina discoidea A. Gras.

Terebratula sella Sow.

— *conoidea* A. Gras., etc., etc.

Gault.

Cet étage se présente sous trois faciès.

1^o *Faciès corallien* : CALCAIRES CORALLIENS A POLYCONITES VERNEULI, HORIOPLEURA LAMBERTI.

Environs d'Orthez et Vinport-Tercis, Landes.

Cette formation correspond à la partie supérieure des massifs calcaires des Pyrénées, considérés par les auteurs comme urgoniens ; elle représente dans les Pyrénées le faciès corallien, des couches

marno-calcaires à *Polyconites Verneuili* signalées en Portugal par M. Choffat et nettement intercalées, dans cette région, entre l'Aptien supérieur et le Cénomanién.

Les calcaires coralliens à *Polyconites Verneuili* ont été récemment reconnus en Sicile par M. Giovanni di Stefano; mais en Sicile, comme cela se présente quelquefois aux environs d'Orthez, ces calcaires sont intercalés entre des calcaires coralliens à *Toucasia carinata* et des calcaires également coralliens à *Caprotina*.

Les espèces caractéristiques de ce niveau sont les suivantes :

<i>Radiolites cantabricus</i> Douvillé.	<i>Rhynchonella latissima</i> Sow.
<i>Polyconites Verneuili</i> Bayle.	<i>Goniopygus Arizensis</i> Cott.
<i>Horiopleura Lamberti</i> Mun.-Chalmas.	— <i>Hispania</i> Cott.
<i>Toucasia Seunesi</i> Douvillé.	<i>Orbitolina</i> , etc., etc.
<i>Terebratella Delbosi</i> Hébert.	

2° *Faciès vaseux* : MARNES ET CALCAIRES MARNEUX A *DESMOCERAS MAYORI* DES ENVIRONS D'ORTHEZ (Salles-Magiscard).

Cette formation est aux calcaires coralliens à *Polyconites Verneuili*, ce que les couches à *Peltoceras bimammatum* sont aux calcaires coralliens à *Diceras arietinum*, etc., du bassin de Paris. Le point le plus favorable pour l'observation des rapports des marnes et des calcaires marneux à *Desmoceras Mayori* et des calcaires à *Polyconites Verneuili* est la région comprise entre le Pont de Bérenx et Sainte-Suzanne (Environs d'Orthez). Le gisement de Salles-Magiscard m'a fourni :

<i>Belemnites minimus</i> Lister.	<i>Inoceramus concentricus</i> Park.
— <i>semicanaliculatus</i> Blainville.	<i>Terebratula sella</i> Sow.
<i>Desmoceras Mayori</i> d'Orb.	<i>Terebratella Delbosi</i> Hébert.
— <i>Beudanti</i> Brong.	<i>Rhynchonella sulcata</i> Park.
— <i>latidorsatum</i> Mich.	— <i>latissima</i> Sow.
<i>Phylloceras Velledæ</i> d'Orb.	<i>Echinoconus castanea</i> d'Orb.
<i>Litoceras Agassizi</i> Pictet.	<i>Orbitolina discoidea</i> A. Gras.
<i>Schlenbachia Senequieri</i> d'Orb.	— <i>conoidea</i> A. Gras, etc., etc.

3° *Faciès détritique* : GRÈS A *DESMOCERAS MAYORI* ET COUCHES MARNO-CALCAIRES ET GRÉSEUSES A *NUCULA BIVIRGATA* DU PAYS BASQUE.

Les grès plus ou moins jaunâtres et argileux, et présentant parfois des poudingues à éléments quartzeux et gréseux, s'observent aux environs d'Arrauntz, d'Ascain, Saint-Péc-sur-Nivelle, Sare, etc. J'y ai rencontré :

<i>Desmoceras Mayori</i> d'Orb.	<i>Orbitolina discoidea</i> A. Gras.
<i>Litoceras Agassizi</i> Pictet.	— <i>conoidea</i> A. Gras.
<i>Phylloceras Velledæ</i> d'Orb.	etc., etc.

Les couches marno-calcaires et gréseuses à *Nucula bivirgata* se rencontrent au sud de Bayonne et à Arrauntz.

Nucula bivirgata Fitton.

Venus aff. *Brongniarti* de Loriol.

Crassatella regularis d'Orb.

Tapes Ebrayi de Loriol.

Cyprina Eryensis d'Orb.

Turritella Vibrayeana d'Orb.

Avellana subincrassata d'Orb.

Orbitolina discoidea A. Gras.

— *conoidea* A. Gras.

Les grès à *Desmoceras Mayori* reposent en transgression discordante sur les terrains anciens et secondaires au sud d'Ascain.

Cénomanien.

Cet étage est également représenté dans les Basses-Pyrénées par deux formations de faciès différents, mais de même âge.

1° *Faciès corallien* : CALCAIRE A CAPRINA ADVERSA DE SARE ET D'ORTHEZ.

Dans les Landes, bombement de Tercis (sud de Dax), cette formation renferme *Toucasia lævigata* (M. Arnaud). Les calcaires d'Orthez forment une bande située sur le versant oriental du bombement de Sainte-Suzanne, et allant d'Orthez à Biron.

2° *Faciès de mer peu profonde* : SYSTÈME ARGILO-GRÉSEUX ET MARNO-CALCAIRE A FUCOÏDES. Cette formation occupe une grande partie de la plaine sous-pyrénéenne des Basses-Pyrénées; elle a été très diversement classée par les auteurs :

Son âge a varié du Cénomanien au Tertiaire. Ses relations et la rencontre en plusieurs points de *Orbitolina concava* Lamk. et de *O. conica* d'Archiac., m'a permis de la ranger dans le Cénomanien et de la considérer comme contemporaine des calcaires coralliens à *Caprina adversa* (1). Il est à noter qu'elle se montre sur le versant occidental du bombement de Sainte-Suzanne où elle occupe la place du calcaire à *Caprina adversa*.

En raison de l'analogie de sa composition avec le Flysch alpin qui représente, comme l'on sait, tantôt le Crétacé, tantôt le Tertiaire, je l'ai qualifiée, à l'exemple de M. Stuart Menteath, du nom de *Flysch céromanien* ou de *Flysch à orbitolines*.

De même que les sédiments détritiques du Gault, le Flysch céno-

(1) Note ajoutée pendant l'impression. — Depuis la publication de mon Mémoire j'ai signalé *Ichthyosarcolithes* (*Caprinella triangularis*), *Sphærolites* cf. *foliaceus* Lamk., *Ostrea carinata* Lamk. dans des bancs nettement intercalés dans les dalles à silex rubanés du flysch à Orbitolines, à quelques kilomètres à l'est de Gotein (sud de Mauléon). Comptes-rendus de l'Ac. des Sciences, T. CXI. Séance du 1^{er} Décembre 1890.

manien et les calcaires à *Caprina adversa* recouvrent en transgression discordante les terrains cristallophylliens, primaires et secondaires; la partie du flysch en relation directe avec ces terrains se présente généralement à l'état argilo-gréseux; il n'est pas rare d'y rencontrer des poudingues composés d'éléments empruntés à tous les termes antérieurs et aux diabases ophitiques. Quand on s'éloigne de la base de la formation, le flysch renferme de nombreux bancs de calcaire à silex rubané qui parfois excluent, pour ainsi dire, tout autre sédiment; tel est le cas des calcaires exploités à Bidache (calcaires de Bidache des auteurs), des calcaires de Saint-Martin de Sauveterre, de Bidart, etc. Ces calcaires renferment également des *Orbitolina* soit libres, soit engagées dans les bancs de calcaire zoogène.

Turonien. — Sénonien.

a. — SUD DE DAX.

Le Turonien est représenté, d'après Tournouër et M. Arnaud, par les calcaires crayeux du pont de Tercis à *Sphærulites radiosus*.

Le Sénonien est de même bien représenté dans cette région par les calcaires crayeux de Tercis, Angoumé, Heugas, etc. (voir les travaux de MM. Hébert et Arnaud), dont la partie supérieure renferme *Heteroceras polyplacum*, *Micraster aturicus*, *Micraster corcolumbarium* Desor, *Echinocorys Heberti* Seunes, de nombreux *Pachydiscus* très voisins des espèces de Haldem, d'Aix-la-Chapelle et, en outre, des espèces que nous allons signaler dans les couches du Maëstrichtien.

b. — BASSES-PYRÉNÉES ET SUD DES LANDES

Dans les Basses-Pyrénées et dans le sud des Landes, le Turonien et le Sénonien sont loin d'être aussi bien caractérisés. J'ai classé dans ces deux étages la formation argilo-gréseuse et marno-calcaire qui fait suite au Flysch à *Orbitolina concava* et à *Caprinella triangularis*; en un seul point, au sud de Gan, j'y ai recueilli des *Orbitoides* n. sp. Il n'existe pas de démarcation nette entre les deux formations.

Danien : Maëstrichtien et Garumnien

a. — SUD DE DAX

Maëstrichtien. — CALCAIRES A *PACHYDISCUS FRESVILLENSIS*, P JACQUOTI.

Au sud de Dax, à Tercis, Angoumé, etc., les calcaires à *Micraster aturicus*, passent, à la partie supérieure, à des calcaires plus ou moins marneux renfermant :

<i>Pachydiscus Fresvillensis</i> Seunes.	}	Faune du Calcaire à Baculites du Cotentin et de Monléon (Hautes-Pyrénées)
— <i>Jacquoti</i> Seunes.		
<i>Hamites cylindraceus</i> Defr.		
<i>Scaphites constrictus</i> d'Orb.		
<i>Baculites anceps</i> Lamk.		

et en outre :

<i>Echinocorys tenuituberculatus</i> Leym.	}	Faune de Monléon (Hautes-Pyrénées)
<i>Echinoconus sulcatus</i> d'Orb.		
etc., etc.		

Cette faune permet de classer incontestablement les calcaires en question dans le Maëstrichtien.

Garumnien. — CALCAIRES A NAUTILUS DANICUS.

Les couches précédentes sont normalement surmontées par des calcaires souvent glauconieux, débutant par quelques mètres de calcaire sub-lithographique, et classés depuis longtemps par Leymerie et M. Hébert dans le Danien supérieur (Garumnien). Ce sont les calcaires classiques de Bédât-Tercis et d'Angoumé, renfermant une faune marine de la base au sommet :

<i>Nautilus danicus</i> Schl.	<i>Cyphosoma pseudomagnificum</i> Cott.
<i>Micraster tercensis</i> Cott.	<i>Echinocorys semiglobus</i> Lamk.
<i>Isaster aquitanicus</i> Desor.	— <i>pyrenaicus</i> Seunes.
<i>Isopneustes Gindreii</i> Seunes.	<i>Echinoconus tercensis</i> Cott.

Le gisement que j'ai signalé sur le versant sud du bombement de Tercis, à Calonque-Rivière, m'a fourni en outre :

<i>Coraster sphaericus</i> Seunes.	<i>Hemiaster canaliculatus</i> Cott.
— <i>Munieri</i> Seunes.	<i>Schizaster</i> n. sp.
<i>Hemiaster nasutululus</i> Sorignet.	<i>Isopneustes aturicus</i> Seunes.
etc., etc.	

La présence de ces dernières espèces constitue un fait important qui nous permettra de placer sûrement au même niveau les calcaires de la région dont je vais parler.

b. — BASSES-PYRÉNÉES ET SUD DES LANDES.

Dans ces régions le Maëstrichtien et le Garumnien ne sont pas moins bien développés.

Les couches argilo-gréseuses et marno-calcaires, précédemment classées dans le Turonien et le Sénonien, sont normalement surmontées par un système de calcaires placé par les uns au niveau

des calcaires sénoniens à *Micraster aturicus* de Tercis et d'Angoumé, et regardé par d'autres comme inférieur à ces derniers calcaires.

Ce système, qui correspond aux gisements si souvent cités, mais si peu connus, de Gan et de la falaise de Bidart, est non seulement supérieur aux couches à *Micraster aturicus*, mais comprend en outre deux divisions, bien distinctes, tant au point de vue lithologique que paléontologique : l'inférieure correspond au Maëstrichtien, la supérieure au Garumnien.

Maëstrichtien. — CALCAIRES A PACHYDISCUS FRESVILLENSIS ET P. JACQUOTI, STEGASTER.

Les couches argilo-gréseuses et marno-calcaires que je considère comme turoniennes et sénoniennes passent d'une façon très ménagée à des calcaires rarement grenus, généralement marneux, à cassure conchoïde, exploités pour la fabrication de la chaux hydraulique et entremêlés de marnes grisâtres, plus ou moins calcaires, et variant beaucoup d'épaisseur selon les gisements.

On y rencontre comme dans les calcaires marneux maëstrichtiens du sud de Dax :

<i>Pachydiscus Fresvillensis</i> Seunes.	<i>Baculites anceps</i> Lamk.
— <i>Jacquoti</i> Seunes.	<i>Inoceramus impressus</i> d'Orb. du calcaire à Baculites du Cotentin
<i>Hamites cylindraceus</i> d'Orb.	
— <i>recticostatus</i> Seunes.	

et en outre une faune spéciale d'Echinides :

<i>Offaster cuneatus</i> Seunes.	<i>Stegaster allus</i> Seunes.
<i>Stegaster Bouillei</i> Cott.	— <i>Chalmasi</i> Seunes.
— <i>Heberti</i> Seunes.	<i>Tholaster</i> (non <i>Gibbaster</i>) <i>Munieri</i> Seunes.
— <i>Cotteaui</i> Seunes.	

La faune des *Ammonitidæ* autorise à classer les couches en question dans le Maëstrichtien. Je n'ai pas à revenir sur l'extension de la faune des *Stegaster* que j'ai déjà signalée dans le Bulletin ; je ne saurais trop insister sur la liaison étroite que j'ai remarquée entre la faune des Ammonites du Maëstrichtien et celle du Campanien à *Micraster aturicus* de Tercis et d'Angoumé.

Faute de bons matériaux, je n'ai pu encore publier mes observations. Je puis cependant affirmer dès maintenant que *Pachydiscus Fresvillensis*, ou tout au moins une espèce très voisine, débute dans ces dernières couches. La même observation s'applique au Campanien et au Maëstrichtien du bassin de l'Aquitaine (Charentes et Dordogne).

D'autre part, les *Ammonitidæ* font entièrement défaut, du moins

jusqu'à présent, dans le Garumnien entièrement marin des Pyrénées occidentales et également dans le calcaire pisolithique du bassin de Paris, etc.; en outre les Echinides du Garumnien pyrénéen sont en très grande partie propres à cet étage. Il résulte de ces observations que le Maëstrichtien a plus de liaison avec le Campanien qu'avec le Garumnien.

Garumnien. — CALCAIRE A NAUTILUS DANICUS.

De même qu'au sud de Dax, les calcaires à *Pachydiscus Fresvilensis* des Basses-Pyrénées et du sud des Landes sont également recouverts normalement par des calcaires garumniens, non plus glauconieux, mais tantôt compacts, tantôt crayeux, blancs ou maculés de rouge et de blanc.

La faune est plus riche :

<i>Nautilus danicus</i> Schl.	<i>Coraster beneharnicus</i> Seunes.
<i>Echinocorys semiglobus</i> Lamk.	— <i>Marsooi</i> Seunes.
— <i>pyrenaicus</i> Seunes.	— <i>sphæricus</i> Seunes.
— <i>Dowillei</i> Seunes.	— <i>Munieri</i> Seunes.
<i>Isaster aquitanicus</i> Desor.	<i>Jeronia pyrenaica</i> Seunes.
<i>Isopneustes integer</i> d'Orb. sp.	<i>Galeaster Bertrandi</i> Seunes.
— <i>aturicus</i> Seunes.	<i>Offaster Munieri</i> Seunes.
<i>Hemiaster canaliculatus</i> Cott.	<i>Cidaris Beaugeyi</i> Seunes.
— <i>constrictus</i> Cott.	<i>Polypiers, Bryozoaires, etc.</i>
— <i>nasutulus</i> Sorignet.	<i>Lithothamnium, etc.</i>
<i>Coraster Vilanova</i> Cott.	

A l'encontre des couches garumniennes des Pyrénées centrales, la faune est ici entièrement marine de la base au sommet, et caractérisée par le genre *Coraster* signalé dans l'Aragon, le Sud-Est de l'Espagne et le Turkestan.

TERTIAIRE

Eocène inférieur. — COUCHES A NUMMULITES SPILECCENSIS
ET A OPERCULINA HEBERTI.

Dans toute l'étendue des Basses-Pyrénées, les calcaires à *Nautilus danicus* sont recouverts par une formation sableuse, gréseuse, avec retour de bancs calcaires crayeux et intercalation vers la base de bancs poudinguiformes renfermant parfois des Echinides garumniens, *Coraster*, *Schizaster*, *Echinocorys*, paraissant quelquefois roulés, et en outre :

Nummulites spileccensis Munier-Chalmas. | *Operculina Heberti* Munier-Chalmas.

Cette formation confondue avec le Flysch cénomaniien appartient à

l'Eocène inférieur. Le principal affleurement forme une bande synclinale, très disloquée vers l'ouest, que j'ai reconnue depuis Nay jusqu'à la vallée de la Nive. En aucun point, il ne m'a été permis de reconnaître une discordance entre cette formation et les calcaires garumniens, ce qui m'a conduit à considérer les couches à *Nummulites spileccensis* comme la base de l'Eocène.

Structure de la région parcourue

De la série des coupes décrites dans la première partie du Mémoire et figurées dans les planches II à VI, il résulte que la structure de la région étudiée est plus compliquée qu'on ne l'avait pensé. Je me contenterai à ce sujet de reproduire les conclusions qui terminent le chapitre que j'ai consacré à l'aperçu de la structure de la région : « Les couches nummulitiques ont été affectées au même titre que les couches crétacées. C'est donc après le nummulitique que se place, comme on l'a déjà dit, la dislocation principale de la région pyrénéenne, suivie de dénudations considérables. Cette dislocation a été le résultat d'un refoulement énergique venant du sud ; les plissements, alternativement concaves et convexes qui en découlent, possèdent d'abord dans la partie orientale de notre champ d'étude une direction sensiblement parallèle à l'axe principal de la chaîne des Pyrénées. Ces plis subissent une inflexion très prononcée vers le nord, décrivent une courbe à convexité septentrionale et se dirigent ensuite vers le sud-ouest ; ils épousent, en un mot, le contour du massif ancien du Labourd, dont le rôle a été analogue à celui des massifs anciens du nord-est de la France. Il est important de faire remarquer que c'est dans cette partie convexe, correspondant à l'avancée du massif, que se rencontre le maximum des dislocations et que se localisent les accidents transversaux du pli faille qui a été signalé entre Salies de Béarn et l'Océan. »

Age des argiles bariolées gypsifères et salifères.

De l'examen des coupes détaillées et de la carte géologique, il résulte que les argiles bariolées gypsifères et salifères de la plaine sous-pyrénéenne sont toujours situées sur les lignes de fractures longitudinales et transversales et que tout porte à les considérer comme inférieures au Jurassique, au Crétacé, et au Tertiaire. Cette conclusion est corroborée par la découverte de fossiles infraliasiques que j'ai signalés dans le lambeau de calcaire en relation avec les argiles bariolées et salifères de Saint-Pandelon (sud de Dax).

Roches éruptives.

A la suite de quelques observations sur l'histoire des périodes jurassique, crétacée et nummulitique, j'ai montré que les roches éruptives de la région se divisaient en deux groupes :

1° *Diabases ophitiques* (ophites) post-triasiques et antérieures au Crétacé comme l'indiquent les nombreux galets signalés à la base du Gault et du Cénomanién.

2° *Roches récentes*. Microgranulite, syénites à hornblende basaltique, porphyrites, passant plus ou moins à la structure ophitique, traversant et métamorphisant le Crétacé.

Notre mémoire se termine par la description des *Ammonitidæ* du Maëstrichtien. Les Echinides ont été publiés dans le Bulletin de la Société Géologique.

PRÉSENTATION DE NOTES (1)

par M. W. de LIMA

J'ai l'honneur de présenter à la Société Géologique de France deux notes que je viens de publier tout récemment. La première est une *notice sur les couches de la série permo-carbonique de Bussaco*, en Portugal, couches qui avaient été considérées comme appartenant à la partie moyenne du Carbonifère supérieur. On croyait à l'existence de puissants dépôts de houille dans cette région, ce qui a fait que depuis longtemps ce bassin a été étudié par des géologues et des ingénieurs des mines portugais, anglais, français, allemands et belges, qui, tous, ont considéré les couches de Bussaco comme vraiment carbonifères. M. Delgado, directeur des travaux géologiques en Portugal, et M. Choffat, qui est attaché au même service, soupçonnaient depuis longtemps l'existence du Permien dans les alentours de Bussaco. M. Delgado m'a chargé de faire une reconnaissance géologique de cette région et une étude détaillée des fossiles végétaux qu'on y trouve. J'ai reconnu non seulement l'existence du Permien à Bussaco, mais j'ai pu constater que tout ce qui avait été pris pour du Carbonifère appartient réellement au *Rothliegendes*. Ces résultats sont assez intéressants pour que j'aie cru devoir publier une note à ce sujet avant de donner le mémoire géologique et paléontologique que je prépare en ce moment.

Je ne perdrai pas de temps à exposer des questions stratigraphiques qui n'ont qu'un intérêt particulier. Je vous signalerai les faits paléontologiques qui me semblent les plus importants.

La série des plantes est assez intéressante : dans la masse des végétaux vraiment carbonifères, qui constituent le fond de la flore, apparaissent çà et là, dans toutes les couches, des formes qui donnent à la flore le caractère d'une association nettement permienne : je vous citerai le *Schizopteris trichomanoides*, beaucoup de *Nev. Zeilleri*, des *Walchia*, les *Nevropteris* de Reinsdorf, etc. En fait de *Callipteris* je n'ai trouvé qu'un petit bout du *C. conferta*, var. *polymorpha* de Sterzel. Je crois que dans ses lignes générales cette série est la

(1) *Noticia sobre as Camadas da Serie Permo-carbonica do Bussaco. — Note sur un nouveau Eurypteris du Rothliegendes de Bussaco. — Notes extraites des Communicações da Comissão dos Trabalhos Geologicos. T. II. fasc. II. — Communication faite dans la séance du 1^{er} Décembre 1890, Manuscrit déposé le même jour.*

même que celle que M. Mouret et M. Zeiller ont observée dans la Corrèze, et qui apparaît aussi dans un certain niveau du Rothliegendes des Vosges. M. Zeiller m'a signalé que le même fait de l'absence presque complète des *Callipteris* dans cet horizon, qui m'avait tant surpris dans le Rothliegendes portugais, s'observe dans les couches qui doivent lui correspondre dans la Corrèze et dans les Vosges, d'après les études qu'il en a faites.

Les plantes que j'ai déterminées s'élèvent à 59 espèces, et même probablement jusqu'à 65 en comptant les nouvelles récoltes que j'ai faites cette année sur le terrain. Les espèces nouvelles se montent à 12. Le *Nev. Zeilleri*, une des formes les plus caractéristiques de ces couches est, à ce que je crois, le même *Nevropteris* du Rothliegendes allemand, qui a été étudié par Göppert, et décrit sous le nom de *Nev. cordata*. L'espèce portugaise et allemande est tout à fait différente du *Nev. cordata* de Brongniart, dont elle ne peut donc porter le nom : elle s'en distingue facilement par la forme des pinnules, par sa nervation très serrée et peu arquée, etc. J'ai pu trouver et faire figurer des pinnules qui doivent représenter les diverses parties de la fronde depuis la grande pinnule terminale lobée, jusqu'aux pinnules basilaires. Je pense que le vrai *Nev. cordata* de Brongniart ne dépassera pas le vrai Carbonifère, tandis que le *Nev. Zeilleri* a son aurore dans le Rothliegendes, dont il est une des belles plantes. Le nom de Göppert ne pouvant être conservé, j'ai été très heureux de pouvoir dédier cette belle forme végétale à M. Zeiller. Dans cette fougère, il y a encore à remarquer l'aspect un peu odontoptéroïde de la nervation. Il n'y existe pas de nervure médiane. Les diverses nervures de la pinnule sortent en paquet du rachis et se distribuent en se bifurquant dans les pinnules. Ce paquet, quelquefois très serré, donne alors l'impression d'une nervure principale. Ce caractère odontoptéroïde, qui est peut-être commun à tous, ou à presque tous les rares *Nevropteris* du Rothliegendes, se retrouve largement développé dans les *Nevropteris* de Reinsdorf, très communs à Bussaco, et que Gutbier avait pris pour le *Nev. Loshii* et pour le *Nev. Grangeri*.

J'étais porté à croire d'après l'étude de beaucoup d'empreintes, les unes assimilables au *Nev. Loshii* de Gutbier et les autres au *Nev. Grangeri* du même auteur, et d'après l'étude des types intermédiaires, qu'on n'avait affaire qu'à une seule et même espèce, différente en tous cas du vrai *Nev. Loshii* et du vrai *Nev. Grangeri*. J'ai trouvé plus tard, dans une publication de Sterzel, la confirmation de mes vues dans l'assimilation déjà faite par Stur des deux formes de Gutbier qu'il décrivait sous le nom de *Odont. gleichenioides*. Il

y aurait à discuter si l'on doit mettre cette espèce, que je crois aussi très caractéristique du Rothliegendes, parmi les *Nevropteris* à nervures odontoptéroïdes, ou parmi les vrais *Odontopteris*. J'ai cru ne pas devoir m'occuper pour le moment de cette question et j'ai laissé cette espèce parmi les *Odontopteris* où je l'ai trouvée.

Quelques-uns des exemplaires du *Sphenopteris cristata* de Bussaco étant assez bien conservés, on y peut voir les lobules terminés en pointe, comme dans le *Pseudopecopteris spinulosa* Lesquereux, qui, je pense, n'est que le *Sphen. cristata* où l'on voit distinctement les pointes des lobules.

Cette année j'ai pu trouver quantité de *Schizopteris trichomanoides*, dont je n'avais recueilli que très peu d'exemplaires dans mes précédentes investigations. On trouve parmi ces *Schizopteris* toutes les formes de transition depuis le *S. trichomanoides* jusqu'au *S. dichotoma*. Je crois donc que ces deux espèces doivent se fondre en une seule. Il y a lieu de remarquer sur les grands exemplaires de Bussaco la nervure des feuilles et la contraction que celles-ci subissent près des points de division.

Les nouvelles espèces dont je vous ai parlé sont assez distinctes; mais elles ne peuvent donner lieu à aucune considération d'un caractère général. Je dois dire seulement que je crois mon *Pec. Shencki* très rapproché du *P. Schimperiana* que Fontaine et White décrivent du Permien de l'Amérique.

Il me semble que cette étude de Bussaco sera une nouvelle preuve en faveur de l'opinion que M. de Lapparent a si brillamment défendue dans un des derniers Congrès géologiques, et qui était aussi celle du Comité portugais dont j'avais l'honneur de faire partie, c'est-à-dire qu'il est impossible de séparer le Permien du Carbonifère pour en faire un système à part. Il est inutile d'insister sur ce point; je ferai seulement remarquer que les caractères pétrographiques et paléontologiques du Carbonifère et du Permien en Portugal sont si semblables, que des géologues et des ingénieurs très expérimentés ont pris toujours les couches de Bussaco pour du vrai Carbonifère. Il a fallu une étude approfondie de la flore pour reconnaître qu'on n'y avait que du Permien. L'étude lithologique et l'ensemble de la flore ne conduisaient à aucune modification d'opinion à cet égard. Je crois en effet que le Permien ne peut se séparer du Carbonifère dont il n'est que la continuation. Les conditions de vie végétale étaient absolument les mêmes, et les conditions de vie animale ne devaient pas différer beaucoup.

J'ai l'honneur de présenter à la Société ma deuxième note relative

à un *Eurypterus* du Rothliegendes portugais, genre qui, à ce qu'on croyait, avait disparu à la fin de l'époque du Carbonifère et que l'on retrouve encore dans le Rothliegendes. L'espèce que je me fais un plaisir de dédier à M. Douvillé est très proche de l'*Eurypterus obesus* du Carbonifère anglais.

L'étude déjà annoncée de M. Zeiller sur la Corrèze, qui, à ce que je crois, présente de très grandes analogies avec Bussaco, sera, je l'espère, une nouvelle confirmation des vues que je viens d'exposer. Je crois en effet que M. Mouret a considéré longtemps comme du Carbonifère des couches où il avait reconnu des *Callipteris conferta*. C'est à ce fait que je me rapporte dans la note de la page 22. La limite entre le Permien et le Carbonifère dans cette région sera très difficile à fixer; tant la transition est insensible.

En Portugal nous avons aussi le bassin de San-Pedro da Cova, qui avait été considéré comme de l'étage moyen du Carbonifère supérieur, contemporain de celui de Bussaco, et qui doit se rapporter à la partie la plus supérieure de cette formation, très voisine des couches de Bussaco. La distinction entre l'âge des deux bassins sera assez facile à faire, à ce que pense, puisqu'il me semble qu'il doit y avoir une petite lacune entre les deux séries de couches. Quand la formation des couches de Bussaco avait commencé, le bassin de San-Pedro da Cova devait être déjà tout à fait exondé.

Avant de terminer, qu'il me soit permis de remercier M. Zeiller du charmant accueil qu'il m'a fait pendant mon dernier séjour à Paris. Quand je poursuivais mes études de paléontologie végétale en Portugal, la haute valeur scientifique des travaux de M. Zeiller, que je constatais à tout moment, m'avait fait vivement désirer de lui demander conseil. En venant l'année dernière à Paris, pour consulter la riche collection de l'École Supérieure des Mines, j'ai pu trouver M. Zeiller, et je ne peux que me féliciter de ma résolution, tant sa haute direction m'a profité pour mes études.

Qu'il me soit encore permis d'exprimer ma gratitude envers M. Haton de la Goupillière, le savant directeur de l'École des Mines, envers M. Adolphe Carnot, M. Douvillé, M. Renault, enfin envers tous les savants français avec qui j'ai eu quelque rapport.

SUR LES ANOMALIES MAGNÉTIQUES
DÉCOUVERTES PAR M. TH. MOUREAUX (1)

par M. **Henri LASNE.**

J'ai l'honneur de présenter à la Société, de la part de l'auteur, un mémoire intitulé : *Sur la construction des Cartes magnétiques*, par M. Ch. Moureaux.

Dans la première partie, l'auteur décrit les instruments qu'il a employés et les méthodes qu'il a suivies : les instruments, construits sur les indications de M. Mascart, sont portatifs, quoique très exacts. L'habileté bien connue de M. Moureaux est un sûr garant de la précision des observations.

Les résultats auxquels M. Moureaux est arrivé sont des plus intéressants en eux-mêmes ; de plus ils paraissent devoir se relier avec les faits qui sont du domaine de la Géologie, ce qui m'engage à entrer dans quelques détails.

On sait qu'on représente la distribution du magnétisme à la surface du globe par des courbes *isomagnétiques*. Ces courbes, obtenues jusqu'à présent en interpolant entre des observatoires éloignés, présentaient par cela même une allure régulière ; mais leur tracé n'avait rien de rigoureusement exact. C'est cette lacune qu'a voulu combler M. Moureaux en multipliant les observations à la surface de la France.

Or, dès le début, ce savant reconnut qu'une anomalie existait en Bretagne et une autre beaucoup plus importante aux environs de Paris : ce qui l'a obligé à resserrer encore davantage le réseau d'observations qu'il avait projeté d'exécuter. Actuellement, ce réseau couvre le Nord et l'Ouest de la France jusqu'un peu au-delà de la Loire. Les deux anomalies précédemment soupçonnées se sont dessinées avec la plus grande netteté, dans la carte des *isogones*, où sont résumées les observations relatives à la déclinaison ; en Bretagne, ces courbes sont déviées localement vers l'ouest, ébauchant une forme analogue à celle de la presque île elle-même : c'est auprès de Pontivy que l'écart est le plus grand.

L'anomalie qui affecte les environs de Paris est encore bien plus curieuse. Les couches s'infléchissent au sud, et même au sud-est, forment un angle aigu et se replient au nord-ouest avant de reprendre leur direction vers le sud-ouest. Si l'on joint le sommet de tous ces

(1) Communication faite dans la séance du 1^{er} décembre 1890. Manuscrit déposé le même jour,

angles, on obtient une ligne presque droite, allant de Dieppe à Gien, et même à Nevers. Loin de diminuer en ce point, l'anomalie s'accroît encore, ce qui permet de supposer qu'elle s'étend beaucoup plus loin dans cette direction. D'un autre côté, elle traverse la Manche, et des savants anglais l'ont retrouvée jusque vers Oxford, où elle paraît débiter.

En somme, tout se passe comme si le pôle nord de l'aiguille aimantée était attiré par une ligne dirigée de Fécamp à Châteauneuf-sur-Loire, comme le montre la carte des courbes *isanomales*.

Les autres éléments magnétiques subissent des anomalies semblables. En s'approchant de cette ligne, on observe une augmentation notable de l'inclinaison, et une diminution de la composante horizontale.

M. Moureaux fait observer que « la constitution géologique du bassin parisien ne laissait guère soupçonner cette anomalie singulière qui n'a jamais été signalée, quoiqu'elle affecte la déclinaison à Paris même. D'ailleurs, les isogones, dans la région considérée, présentent une déformation régulière qu'on n'a pas rencontrée dans les terrains de nature à produire une influence locale sur la boussole; dans ce dernier cas, en effet, les résultats sont discordants, et il n'est guère possible de les représenter par des courbes. Le phénomène tout à fait inattendu, mis en évidence par cette première série d'observations, semble avoir une cause plus générale dont la nature reste à déterminer. »

Cette cause, M. Moureaux pense, et je crois comme lui, que c'est dans les faits géologiques qu'il faut la chercher.

Il ne saurait être question quant à présent de résoudre ce problème : c'est déjà beaucoup qu'il soit posé. Qu'il me soit permis cependant de faire observer que si l'on admet, avec la plupart des physiciens, que la déviation de l'aiguille aimantée est due aux courants électriques qui parcourent l'écorce terrestre, c'est la déviation locale de ces courants qui produit l'anomalie en question : il y aurait infléchissement vers le sud. Un pareil fait peut être dû à la différence de conductibilité des roches; et cette différence elle-même ne pourrait-elle pas provenir de compressions latérales convenablement dirigées? Il serait difficile d'invoquer dans le cas actuel des différences dans la composition du terrain.

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, il n'en reste pas moins très probable que les anomalies signalées par M. Moureaux ont une cause géologique. Quand les observations aussi précises se seront généralisées, on peut espérer que les études géologiques tireront un grand parti de la voie nouvelle qui leur est ouverte.

NOTE SUR QUELQUES QUESTIONS RELATIVES
A LA GÉOLOGIE DES GROTTES ET DES EAUX SOUTERRAINES

(PADIRAC, HAN SUR LESSE, etc.) (1)

par M^{rs} L. de LAUNAY et E. A. MARTEL

L'étude expérimentale des questions relatives à la circulation des eaux dans l'intérieur de la terre et aux formations de grottes qui en résultent, présente un double intérêt bien mis en lumière par le dernier ouvrage de M. Daubrée. Le rôle des eaux souterraines, très important aujourd'hui encore, a été, en effet, considérable aux époques anciennes, et leur action qui a dû, en particulier, contribuer pour une part essentielle à la formation des gisements métallifères, ne peut, comme tout phénomène géologique, être connue et comprise que par l'examen attentif des faits actuels. Ces recherches ont été, pour l'un de nous, le but d'une série d'explorations dont les premiers résultats ont été déjà exposés ici et ailleurs à diverses reprises (2); nous nous contenterons aujourd'hui d'indiquer quelles conclusions nouvelles nous a suggérées une dernière campagne faite en commun en 1890.

Cette campagne a porté, d'une part, sur le Causse de Gramat (Lot), c'est-à-dire sur des calcaires jurassiques disposés en strates horizontales et coupés par des vallées profondes, et d'autre part sur le bassin de la Lesse (Belgique), c'est-à-dire sur des calcaires dévoniens très fortement plissés et généralement cristallins. Nos observations se rapportent à deux points principaux : Relations entre la nature géologique du sol et la forme des galeries ou grottes ; — Régime des eaux souterraines. Nous dirons en outre en terminant quelles conséquences il nous semble permis d'en tirer en ce qui concerne les phénomènes géologiques anciens et particulièrement les filons métallifères.

I.—*Relations entre la nature géologique du sol et la forme des galeries ou grottes. Régime des eaux.* — C'est une opinion assez généralement admise et dont on pourrait retrouver l'origine dans les écrits des

(1) Note déposée dans la séance du 1^{er} décembre, manuscrit remis le même jour.

(2) E. A. Martel. *C. R. Ac. Sc.*, 3 déc. 88, 14 oct. et 25 nov. 89. — *B. S. G.*, 20 mai 89. — *Annales du Club alpin* 1888 et s. — *Tour du Monde*, décembre 1890 — *les Cévennes* : passim.

naturalistes de l'antiquité ou des alchimistes du moyen-âge que l'intérieur de la terre est perforé de cavités énormes auxquelles on a attribué longtemps un rôle considérable, non seulement dans l'entretien des sources permanentes mais aussi dans les phénomènes les plus divers : tremblements de terre, éruptions de volcans, etc.

Cette idée se trouve entretenue par l'existence de quelques grottes célèbres dont l'imagination grossit démesurément les dimensions. En réalité, on savait depuis longtemps que les grottes de quelque importance se présentent uniquement dans les calcaires (1) et même seulement dans des calcaires d'une compacité spéciale, c'est-à-dire dans une très petite fraction des terrains géologiques. Un premier résultat de nos recherches méthodiques a été en outre de montrer que, même dans ces calcaires particuliers, les vides assez grands pour que l'homme pût y pénétrer n'étaient en réalité qu'une exception. C'est la conclusion à laquelle nous sommes arrivés dans la Lozère et le Lot, c'est celle qu'on peut déduire aussi d'une série parallèle d'explorations entreprises par les Autrichiens (M^{rs} Schmidl, Kraus, Putick, Marinitsch, Hanke, Müller, etc.) dans la région classique de l'Istrie et du Karst (Grottes et rivières souterraines de la Recca, Saint-Canzian, Divacca, la Poik, Adelsberg, Planina, Kreuzberg, Zirknitz, etc.).

Il est vrai, quoique nous nous soyons imposé pour un territoire limité, le Causse de Gramat, de pénétrer à peu près dans tous les creux, grottes ou avens, signalés par les gens du pays et de les explorer jusqu'à leur extrémité, il peut exister au même point d'autres cavités inconnues et impénétrables que sépare du jour quelque barrage de roche, d'éboulis de stalagmite ou de limon. Il suffit pour le prévoir de songer à plusieurs cavernes où une étroite fissure, que le moindre bloc effondré eût fermée, nous a conduits à des salles nouvelles. Néanmoins, dans la plupart des cas et en particulier pour la presque totalité des abîmes verticaux (2) dits igues ou avens, nous avons eu la preuve absolue que la fente allait en se rétrécissant vers le fond et se terminait par une vasque remplie de limon rouge où l'eau ne pouvait pénétrer qu'en suintant

(1) On peut citer comme des exceptions rares quelques grottes dans les grès; ainsi, paraît-il, la perte de la rivière Mooi au sud des gisements d'or de Johannesburg, dans le Transvaal. D'autres sont situées dans le gypse et les terrains volcaniques. — Voir Cévennes, p. 144.

(2) Nous en avons exploré 23 dans les trois étés de 1888, 1889 et 1890; leurs profondeurs ont varié de 25 à 212 mètres.

goutte à goutte. S'il y a exceptionnellement, dans l'intérieur de la terre, de grands réservoirs d'eau, c'est dans des conditions spéciales que nous étudierons plus loin à propos de l'abîme de Padirac.

Ces grottes, dont nous venons de dire combien on exagérait l'importance, on en croit également (l'obscurité et l'imagination aidant), les formes beaucoup plus variées qu'elles ne le sont véritablement. Nous allons montrer comment, en réalité, les formes des grottes, en tant qu'excavations pratiquées dans le calcaire, se ramènent à un petit nombre de types où les stalactites et stalagmites introduisent seules la complication et l'imprévu.

On peut tout d'abord envisager trois cas principaux : 1^o les puits plus ou moins verticaux, *creusés par en haut*, le plus souvent d'assez faible diamètre, auxquels on donne les noms locaux d'avens, igues, tindouls, hétéires, dolines, trichter, katavothre, etc., etc.; 2^o les grottes proprement dites qui suivent assez généralement dans leur ensemble la pente de la stratification; et 3^o les puits d'éboulements, *creusés par en bas*, cas particuliers et *rare*s d'une salle de grotte trop haute qui s'effondrerait et dont le puits de Padirac (Lot) peut être considéré comme l'exemple le plus remarquable (1).

Puits et grottes accusent toujours de la manière la plus évidente la trace du travail des eaux : travail mécanique et travail chimique. C'est la corrosion des parois calcaires; ce sont les trous arrondis en cupules, visibles sur les strates; c'est même dans quelques avens (avens de l'Egue dans le Causse Noir, Igues de Bar et de Gibert [Lot] etc.), l'empreinte manifeste des pierres entraînées par un courant torrentiel sous la forme d'une spirale analogue à celle des marmites de géants. C'est, en outre, l'accumulation, dans les parties basses, de masses de limon rouge résultant de la dissolution du calcaire; enfin, et avant tout, c'est, dans certains cas, l'existence de rivières actuelles au fond des galeries de grottes. Le plus souvent ce creusement a visiblement nécessité une somme de travail que la trop faible circulation des eaux actuelles serait, même en accumulant les années, tout à fait insuffisante à expliquer (2). C'est ainsi que, dans la galerie souterraine de Padirac qui a, sur 3 kilomètres de long, jusqu'à 40 mètres de haut, les eaux actuelles, pendant toute l'année 1889-1890 et en particulier pendant un hiver

(1) L'igue de *Gibert* près Rocamadour (Lot) exploré par notre compagnon de recherches, G. Gaupillat, est aussi un puits d'effondrement, bouché en bas par l'argile; cette obstruction empêche d'accéder au cours d'eau souterrain ou à la grande galerie dont l'aspect du puits fait supposer l'existence.

(2) On a remarqué en outre que beaucoup de grottes étaient situées sur les flancs des vallées à une grande hauteur au-dessus des thalwegs actuels.

très pluvieux, ont été incapables d'effacer et même d'altérer nos empreintes de pas situées presque au niveau de la rivière. Reentrant à Padirac en septembre 1890 nous y avons retrouvé partout les traces très nettes des pas de juin 1889. Cependant le niveau de l'eau, constaté exactement par son dépôt sur les parois, a pu, pendant le même temps, varier de près d'un mètre. Aussi a-t-on été tenté de faire remonter ce creusement à une époque géologique ancienne et en particulier à l'époque sidérolithique où les phénomènes de dissolution et de précipitation chimiques ont joué dans tout le centre de la France un rôle si important (1). Nous dirons plus loin quelles fouilles difficiles pourraient peut-être trancher cette question. Contentons-nous pour le moment de constater qu'aucun indice ne nous permet jusqu'ici de nous prononcer pour cette hypothèse et qu'en tout cas, sans faire intervenir des eaux particulièrement acides, les eaux chargées de l'acide carbonique de l'air suffisent parfaitement pour expliquer la dissolution progressive du carbonate du sol.

Ce travail des eaux s'est fait et continue à se faire, on le conçoit, en profitant de toutes les directions de moindre résistance préexistantes et de toutes les tendances à l'éboulement résultant de la seule action de la gravité. C'est ainsi que les eaux adopteront quatre voies principales : diaclases, intérieur de strates perméables et joints entre deux strates, failles mettant en contact deux terrains inégalement résistants, filons correspondant à un cheminement des eaux anciennes sous l'influence d'une des causes précédentes. Les deux premières voies semblent plutôt réservées à la circulation des eaux descendantes, les dernières à celle des eaux ascendantes et particulièrement des eaux thermales. Aussi nous bornerons-nous ici à ce qui concerne les diaclases et les strates et ces deux éléments nous suffiront pour expliquer les formes diverses des cavités naturelles.

La plupart des calcaires doués d'une certaine compacité (et ce sont les seuls où l'on rencontre des vides naturels importants) présentent, au voisinage de la surface, des cassures nombreuses affectant généralement deux directions conjuguées et qui ont pour effet de découper dans les couches une série de parallépipèdes. L'eau, sous l'influence de la pesanteur, tendant constamment à descendre (tant que les frottements et les actions capillaires ne deviennent pas assez grands, par suite de la réduction des orifices, pour combattre la gravité), s'infiltré suivant les faces de ce parallépipède et exerce

(1) On ne saurait manquer d'être frappé de certaines ressemblances de forme qui existent entre les avens du Lot et les poches de phosphates du Quercy, au sud du même département, dans des terrains analogues.

une corrosion qui a pour effet de créer des premiers vides produisant des éboulements; il en résulte une dislocation des bancs supérieurs rendus ainsi plus facilement attaquables. En outre, si l'eau, descendue à une certaine profondeur, se trouve forcée de passer par une fissure insuffisante, elle acquiert, en avant de cet obstacle, une pression hydrostatique considérable qui multiplie sur ce point les efforts de destruction. Corrosion mécanique et chimique, éboulements et, comme cas particulier, pression hydrostatique, sont les éléments que nous allons avoir à invoquer. Plusieurs cas peuvent se présenter, correspondant : 1^o pour les strates horizontales, aux avens, 2^o également pour les strates horizontales, aux galeries souterraines et grottes, 3^o pour les strates inclinées, aux grottes.

1^o *Avens*. — Sur un plateau formé de strates horizontales se rencontre une fissure verticale provoquée par quelque diaclase. Des eaux torrentielles y pénètrent, entraînant des cailloux et des graviers et s'y mettent à tourbillonner. En suivant la diaclase, elles creuseront et élargiront ainsi, par le phénomène connu des *marmites de géants*, un puits à peu près vertical jusqu'à ce qu'elles aient rencontré en profondeur, soit par une fissure, soit par une strate perméable, quelque moyen de s'échapper; mais, comme le résidu de la dissolution du calcaire laisse un dépôt d'argile ferrugineuse, cette argile, s'accumulant dans les parties basses, les bouchera à peu près hermétiquement, ne laissant que les interstices absolument nécessaires au suintement de l'eau. C'est ainsi que, lorsqu'on arrive au fond d'un aven des Causses, on trouve presque toujours, à une profondeur qui dépasse rarement 100 mètres, une simple vasque dans le limon rouge, semblable à une source du jour, mais où l'eau disparaît au lieu de sourdre; dans cette vasque on voit, apportés par l'eau, des débris divers, brindilles de bois, ou ossements blanchis de bêtes jetées par les paysans dans l'aven (1). Les neuf derniers avens de 25 à 100 mètres de profondeur, explorés par nous cette année dans le Causse de Gramat, n'ont fait que confirmer, à ce point de vue, les résultats des campagnes précédentes.

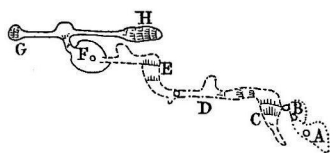
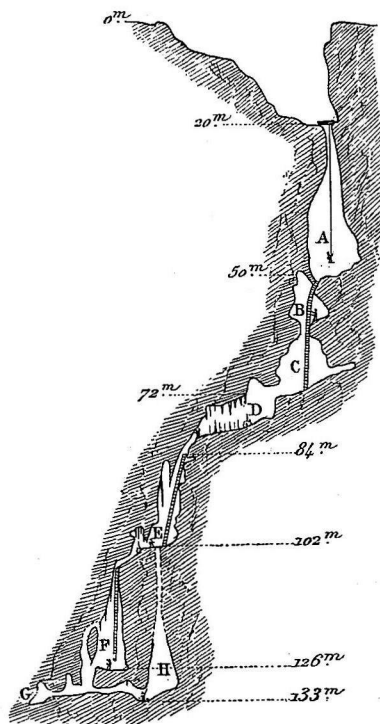
Au lieu de suivre une seule ligne verticale dans le plan de la diaclase, il est arrivé parfois que l'eau se soit ramifiée suivant une ou plusieurs galeries verticales comprises dans ce même plan; ou encore, parvenue en profondeur à une strate où la diaclase suivie s'interrompait, elle a pu y séjourner et, en profitant des diaclases

(1) L'hypothèse de la formation générale des avens par effondrement ne paraît pas soutenable après l'exploration de tous ces puits à peu près identiques, tous également longs, étroits et aux parois visiblement corrodées.

conjuguées, produire par effondrement intérieur une véritable salle de grotte située au fond d'un aven et terminée à son tour par une simple fissure de suintement. C'est le cas des abîmes de Rabanel près de Ganges (Hérault); de la Bresse (Causse Noir); de l'Igue de

Fig. 1.

Aven de Tabourel (entre Maubert et Puech Margue, Causse Noir, Aveyron).
Coupe verticale. — Profondeur 133^m.

Plan intérieur. — Echelle $\frac{1}{1500}$

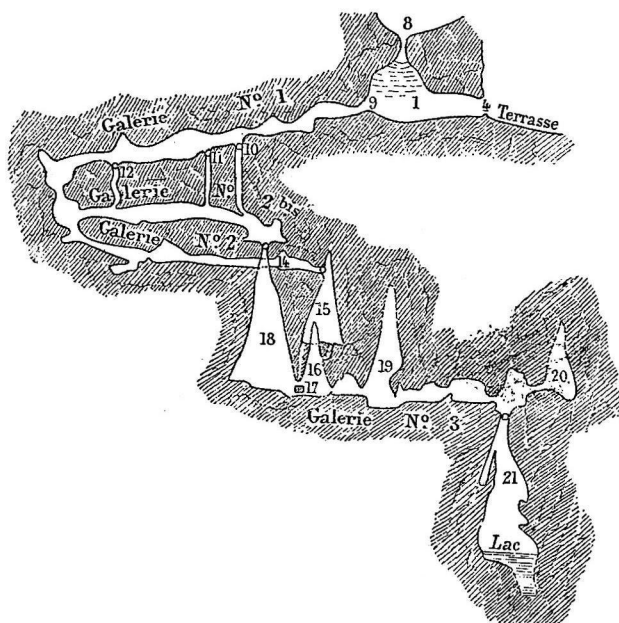
Bar (1) qui aboutit à une caverne de 300 mètres de longueur (Causse de Gramat).

(1) Voir E. A. Martel : *les Cévennes*, p. 339, diverses coupes d'avens.

Une remarque générale déjà faite par l'un de nous (1) c'est que presque tous les avens se présentent en forme de cônes plus larges à la base qu'au sommet. Certaines coupes, comme celles de l'aven de Tabourel (Causse noir) (Fig. 1) ou de la grotte des Baumes-

Fig. 2.

Coupe verticale de la grotte des Baumes-Chaudes.

Echelle $\frac{1}{1500}$

1. Abris sous roche néolithiques fouillés par le Dr Prunières. — 4 et 8. Entrées de la grotte. — 9. Entrée des galeries intérieures. — 10, 11 et 12. Les trois petits puits. — 14. Guérite. — 15. Puits de la Colonne. — 16. Puits du Pont. — 17. Rocher du Pont. — 18. Puits de l'Echafaudage. — 19. Puits de la cheminée. — 20. Aven (?). — 21. Puits du Lac (2)

Chaudes (Lozère) (3) sont extrêmement curieuses par l'apparence qu'elles offrent d'une série d'entonnoirs renversés, superposés les uns aux autres (voir fig. 2). Cette forme, qu'on doit expliquer ici par le creusement torrentiel en spirale, pourra être rappelée à l'occasion dans la question si discutée de la formation par en haut ou par en

(1) *Cévennes*, p. 73.

(2) Les figures 1 et 2 sont extraites des « *Cévennes* » par M. Martel.

(3) Voir *B. S. G. F.*, 6 fév. 1888, 3^e série. t. XVI, p. 294.

bas des poches de minerai de fer sidérolithique généralement disposées en entonnoirs inverses(1). Nous ne croyons pas, en effet, qu'on puisse, pour les avens, soutenir que le creusement est venu d'en bas sous l'action de sources acides. Les formes des coupes, leurs ramifications, leur profondeur (presque uniforme dans chaque région) qui, à la base, semble déterminée par l'épaisseur même des calcaires superficiels compacts et fissurés d'un étage donné, s'y opposeraient. —

Nous avons supposé jusqu'ici les strates horizontales; dans le cas des strates inclinées, des avens semblables pourraient se rencontrer, mais ils sont plus rares; car l'eau de la surface a trouvé alors un chemin plus facile en s'introduisant dans les vides résultant du décollement des strates et a formé souvent ainsi de véritables grottes.

2° GALERIES SOUTERRAINES (Padirac); *grottes en terrains peu inclinés*. En supposant toujours les strates horizontales ou, ce qui est préférable, légèrement inclinées, nous pouvons imaginer qu'elles soient coupées par une dépression ou un ravin quelconque. Alors les eaux qui s'accumulent dans cette dépression, cherchant à se frayer un passage au travers des calcaires, choisissent nécessairement la rencontre d'une diaclase avec deux strates déjà quelque peu séparées.

Elargissant la diaclase, elles ouvriront une galerie dont la section sera généralement rectangulaire, le rectangle pouvant être placé en hauteur ou en largeur suivant que la diaclase ou l'interstratification aura offert une voie plus facile (fig. 3 et 4). Cette galerie

Fig. 3.

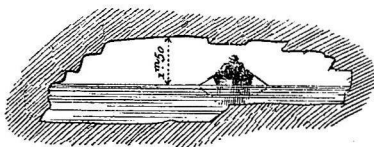
Coupe transversale de la grande galerie de Padirac.



(1) *Cévennes*, p. 364.

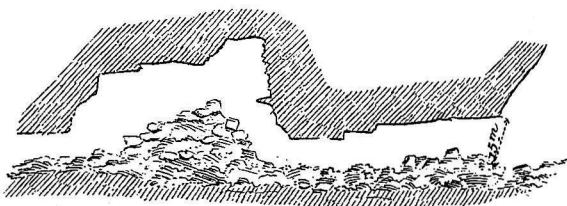
ayant ainsi une voûte formée d'une strate horizontale, il s'y produira infailliblement, surtout si les eaux s'y accumulent sous pression, des éboulements fréquents dont les produits seront, au moins en partie, emportés et dissous par le torrent; ainsi le vide

Fig. 4.
Coupe transversale du tunnel de Padirac.



tendra constamment à s'accroître par le haut, mais en s'amincissant, en même temps qu'il s'approfondira par le bas. D'autre part, les eaux, en continuant leur cheminement dans le sol le long de la diaclase primitive ou le long de ses diaclases conjuguées qui leur

Fig. 5.
Coupe longitudinale d'une entrée de grotte (le Réveillon).



feront faire des coudes brusques, tendront constamment à descendre d'une strate à celle posée au-dessous, en sorte que la galerie résultante aura finalement les formes des figures 3, 4, 5.

On a représenté sur la section longitudinale (Fig. 5) une élévation de la voûte formant grotte. On voit, au-dessous de la partie la plus haute, le talus d'éboullis qui résulte des effondrements successifs. Ce talus, plus ou moins recouvert par la stalagmite, se retrouve dans toutes les grandes salles de grottes (à la salle du dôme de Han, à Dargilan, au calvaire d'Adelsberg par exemple) et finit parfois par obstruer le couloir d'accès.

On peut, d'autre part, remarquer sur le plan (fig. 6) que les salles plus larges se trouvent généralement à un coude de la rivière, c'est-à-dire en un point où les eaux, cessant de poursuivre leur direction primitive pour emprunter une diaclase conjuguée, ont dû

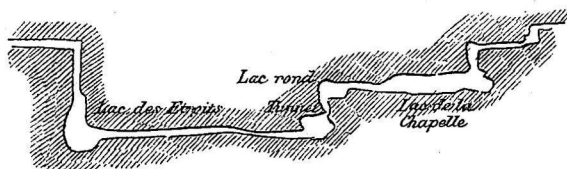
séjourner davantage et exercer un effort plus grand. En certains cas où les galeries d'accès et de sortie de ces salles d'angles présentaient une section réduite, les eaux en pression ont même commencé à creuser en montant la voûte de ces salles, et produit par tourbillonnement une marmite de géant renversée, un puits circulaire, parfois encore fermé à la partie supérieure comme certaine salle ronde située entre deux tunnels à Padirac, parfois ouvert au jour par éboulement comme le grand puits de Padirac de 75 mètres de profondeur, et comme les dolines de la Recca à Saint-Canzian (Istrie), parfois enfin en communication avec la surface du sol par un étroit aven vertical comme au gouffre de Trebiciano (Istrie), profond de 322 mètres (1) ou à l'abîme du Mas-Raynal (Larzac, Aveyron), profond de 106 mètres, etc. (2).

La rivière souterraine de Padirac, qui est le cas le plus remarquable que nous ayons rencontré de ce genre de phénomènes, va nous servir d'exemple pour quelques détails complémentaires.

L'abîme de Padirac comprend un premier puits de 75 mètres de profondeur AB. Un second incliné de 28^m, BC, et, au fond du puits, une galerie souterraine de 3 kilomètres de long (voir la coupe, fig. 7).

Fig. 6.

Plan d'une portion de la rivière souterraine de Padirac, montrant les coudes à angle droit suivant les diaclases, et les élargissements en lacs à ces coudes.



Le puits s'ouvre verticalement en plein causse, avec un diamètre de 35 mètres, au milieu de calcaires lithographiques rapportés par M. Mouret (feuille de Brive) au Bathonien (JII-III). Toute la base du puits et la longueur de la galerie souterraine paraissent être (au dessous du Bathonien) dans le Bajocien à *Pecten pumilus* et peut-être en partie dans le Lias supérieur à *Ostrea Beaumonti*, où

(1) V. *La Nature*, 14 avril 1888.

(2) C'est à peu près uniquement dans ce cas qu'on a chance de rencontrer au fond des puits des Causses une rivière souterraine, comme à Padirac, au Mas-Raynal, et au puits du Tindoul de la Veissière, récemment exploré par MM. Quintin et Coste, près de Rodez, etc.

l'eau viendrait disparaître. — La bouche supérieure du puits de 75^m de haut est un exemple très net d'effondrement ; l'orifice, beaucoup moins large que le fond, est formé de strates en surplomb. C'est une salle de grotte, ouverte par rupture de la voûte, qui se trouve, comme nous l'indiquions tout à l'heure, entre deux galeries resserrées, c'est-à-dire en un point où l'effort des eaux a dû s'exercer avec une énergie particulière.

A 103 mètres de profondeur, une source jaillit de la stalagmite, source évidemment entretenue par un drainage de toutes les infiltrations d'eau de pluie à travers ces 103 mètres de calcaire perméable ; elle forme une rivière sur laquelle nous avons pu naviguer pendant près de trois kilomètres (1). Dans son ensemble le cours de cette rivière suit une longue diaclase dirigée au nord avec quelques coudes suivant des diaclases perpendiculaires. La forme des sinuosités par coudes à angle droit est très accusée sur le plan (fig. 6) (2). La section est très généralement celle d'un rectangle de 20 à 40^m de haut sur 6 à 8^m de large (fig. 3) ; exceptionnellement, dans les deux tunnels, la section est au contraire de 8^m de large sur 1^m à 2^m de haut (fig. 4). Plusieurs lacs et des salles plus larges sont placés à peu près sans exception à des coudes.

Dans la dernière partie de la galerie, le limon rouge devient de plus en plus abondant et nous avons abouti à un lac sans issue M à l'extrémité duquel l'eau semble s'échapper en suintant goutte à goutte par des fissures du calcaire absolument obstruées par ce limon.

Il est vraisemblable qu'elle continue ainsi quelque temps son trajet souterrain MNO jusqu'à ce qu'elle rencontre la nappe d'argile imperméable située à la base du calcaire à *Ostrea Beaumonti* ; là elle doit se ramifier en un niveau d'eau et vient très probablement entretenir des sources qui sourdent à flanc de coteau en O au pied d'un cirque de falaises du Lias supérieur à deux kilomètres et demi au nord de l'extrémité de la galerie souterraine et dans son prolongement, près de Gintraés. Lorsque l'accès de la rivière de Padirac aura, après aménagement, été rendu facile, on pourra sans doute trancher cette question en jetant à diverses reprises une matière

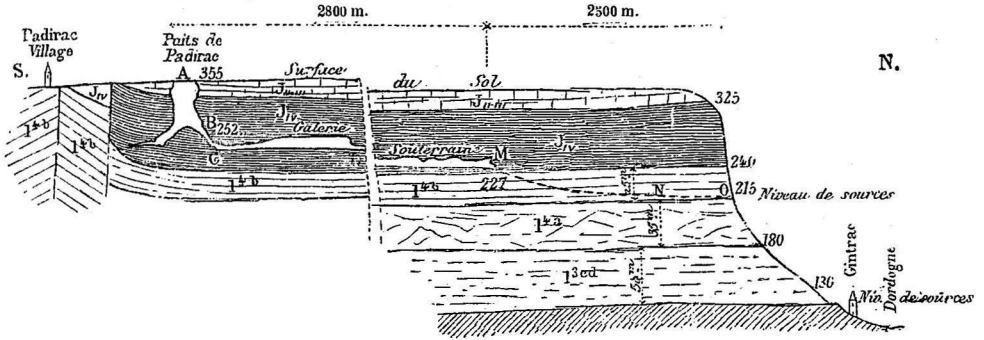
(1) Pour la découverte, l'exploration et la description de la rivière souterraine de Padirac, voir le *Tour du Monde* du 27 décembre 1890.

(2) Il en est de même sur le plan de la Recca souterraine (Istrie) dont l'exploration, reprise en 1885 par MM. Marinitsch, Muller et Hanke, a été poussée jusqu'à présent sur plus de 2 kilomètres avec des difficultés énormes et n'est pas terminée.

colorante au point de la perte et constatant sa réapparition au jour, La coupe géologique serait (en schéma), la suivante :

Fig. 7.

Coupe verticale théorique du puits et de la galerie de Padirac.



Jii-iii Bathonien.

Jiv. Bajocien à *Pecten pumilus*, 85^m.

14b. Calc. du Lias supérieur à *Ostrea Beaumonti*, 25^m.

14a. Argiles à *Amm. bifrons*, 40^m.

13cd. Calc. à *Amm. spinatus*, 25^m et Marnes à *Amm. margaritatus*, 25^m.

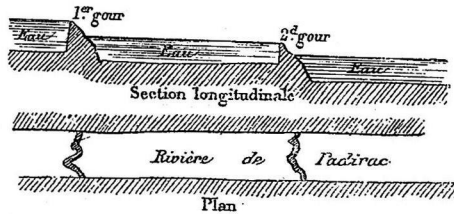
12. Argile à *Amm. sinuosus*.

N.-B. — La figure représente, au sud du puits, deux failles qui redressent les couches à leur voisinage et font affleurer le Lias au village de Padirac.

Cette rivière de Padirac a un régime très spécial sur lequel nous devons insister : elle est constituée par une série de vasques en forme de sas d'écluses fermées par des barrages ou *gours* (1) en

Fig. 8

Section longitudinale et plan de deux gours sur la rivière de Padirac.



stalagmite au nombre de 36 d'une hauteur variant de quelques centimètres à 6 mètres et dont la section longitudinale et le plan

(1) Ainsi nommés, faute de désignation plus caractéristique, par analogie avec les creux en forme de marmites que l'érosion produit dans le lit des torrents et que l'on appelle ainsi dans les Alpes et les Cévennes.

seraient à peu près les suivants. — Il y a donc là une série de véritables réservoirs d'eau ayant jusqu'à 7 mètres de profondeur et constamment remplis, même au plus fort de l'été, quoique l'apport d'eau qui les entretient dans cette saison, et qui semble résulter uniquement de la source du fond du puits et d'un suintement en forme de pluie par les voûtes, paraisse assez faible.

En été, ce courant d'eau est très lent et coule sur un lit d'argile et de cailloux calcaires à peine émoussés aux angles, qui prouvent que, même en hiver, le cours de la rivière, dans sa majeure partie, n'a rien de torrentiel. Cependant il est évident qu'à l'époque des grandes pluies, le puits de 75 mètres constitue, pour toutes les eaux qui tombent alentour sur le Causse, un drainage énergique ; ces eaux, arrivant par le haut ou débouchant aux divers niveaux de ce puits par toutes les strates qu'il recoupe, y tombent en cascades, forment sur le flanc du cône d'éboulement qui en occupe le fond un véritable torrent, s'engouffrent dans le puits de 28 mètres qui fait communiquer le grand puits avec la galerie et doivent se précipiter à l'endroit où se trouve la source interne sous forme d'une grande cascade. On en a la preuve dans la présence, en divers points de la galerie souterraine, de galets de quartz et de lave provenant évidemment d'une assez grande distance, puisque toute la région est calcaire, et de fragments d'os entraînés depuis le fond du grand puits qui constitue pour les gens du pays un véritable charnier où ils jettent les bestiaux morts. Mais cette eau, qui doit arriver avec quelque violence, prend aussitôt dans la galerie à pente insensible un cours très calme (coupé seulement par les barrages en forme de gours), et, se répartissant sur 3 kilomètres de galerie (représentant au moins 20 à 30000 mètres carrés de surface), elle s'élève environ d'un mètre en hiver, en restant toujours presque stagnante, puisque, nous avons eu déjà l'occasion de le dire, nos empreintes de pas ont pu subsister d'une année à l'autre sans altération sur le limon à quelques centimètres au-dessus du niveau d'été de l'eau.

Le phénomène des gours mérite quelques mots de description et d'explication. Nous les avons comparés à des vannes séparant des sas d'écluses (fig. 8). Ils sont formés de stalagmites. Du côté d'amont, l'eau arrive toujours exactement au sommet du gour qui constitue ainsi un parfait régulateur de niveau. De ce côté, le gour est généralement un peu creusé au-dessous de l'eau, probablement par l'effort constant du courant sur cette digue. Du côté d'aval, il forme une pente à 30 ou 40° dont la hauteur varie depuis quelques centimètres jusqu'à plusieurs mètres. Lorsqu'on descend la rivière, au moins

aux époques de faible débit comme celles où nous nous trouvons lors de nos deux explorations, le bateau se trouve ainsi forcément arrêté par le gour au-dessus des cascades qui pourraient constituer un danger. — En plan, les gours ont la forme sinueuse que nous avons figurée et présentent au bateau venant d'aval une série de petites anses juste assez larges pour y engager sa pointe.

Il nous semble qu'on peut expliquer ces gours de la manière suivante :

Toute rivière coulant sur des strates attaquables, en rencontre de temps à autre de résistance plus grande ; il en résulte un barrage en arrière duquel se concentre le travail mécanique de l'érosion et que la rivière franchit par un déversoir en forme de rapide, de telle sorte qu'avant tout rapide il se trouve en général une dépression. Cela se passe au jour ; cela se passe aussi nécessairement pour une rivière souterraine où, en outre, des barrages d'une autre nature ont pu être formés par éboulement. Mais ici l'eau, très chargée de carbonate de chaux, tend à le déposer toutes les fois qu'elle coule en lame mince ; la crête du barrage et la pente du rapide ont donc dû se couvrir d'un premier dépôt de stalagmite qui a eu pour effet d'élever insensiblement le niveau de l'eau en arrière et, par suite, de provoquer, au-dessus de cette première couche, le dépôt d'une seconde. A l'amont, au contraire, les eaux devaient avoir plutôt une tendance à creuser qu'à accroître ; en sorte que, par ces deux actions combinées, le barrage a dû s'élever progressivement en encorbellement. La forme sinueuse du plan correspond évidemment uniquement à la ligne des saillies du fond primitif. Dans une salle de Padirac dont le fond devait être, comme celui de toute salle, occupé par des éboulis (la salle des gours), ces gours sont très multipliés et très compliqués.

Dans la belle salle des sources du mammoth, où l'on arrive par la rivière, un gour de ce genre situé au sommet d'une haute pente stalagmitique probablement superposée à des éboulis, a formé une vasque de 15 mètres de diamètre remplie d'eau par les suintements de la voûte et produit ainsi le curieux phénomène de deux lacs superposés dans une grotte à 30 mètres de différence de niveau.

Au point de vue du régime des eaux, il est facile de prévoir les conséquences de ces barrages, formant en amont de véritables citernes, citernes qu'on pourrait, à la rigueur, si l'on voulait amener de l'eau à la surface du Causse, épuiser au moyen de pompes pendant l'été et qui se rempliraient ensuite pendant l'hiver. En élevant ou abaissant artificiellement leur niveau, on est maître d'inonder ou de mettre à sec telle ou telle galerie. Il est possible que

des ruptures de ces barrages se soient produites naturellement et aient déterminé à certains moments un abaissement du niveau d'eau de l'amont. D'autre part le lit de la rivière s'est approfondi progressivement, comme on peut le constater par la présence à diverses hauteurs, sur les flancs des galeries, de brèches formées de cailloux émoussés analogues à ceux du fond du ruisseau et cimentés par de la stalagmite. Telle qu'elle est aujourd'hui, la rivière, de sa source à sa perte, descend de 25 mètres environ et s'abaisse ainsi, l'orifice du puits étant à 355, de la cote 252 à la cote 227 où nous l'avons perdue. Gintrac, où nous admettons que se trouve son émergence, est à deux kilomètres et demi de là (1). Le vallon y est entouré par une falaise de 40 à 50 mètres de haut en calcaire du Lias supérieur à *Ostrea Beaumonti*, au-dessus de laquelle commence le calcaire bajocien du Causse, bientôt surmonté par le calcaire lithographique bathonien et au-dessous de laquelle se trouve, à la cote 215, le niveau d'eau qui nous intéresse, niveau alimentant plusieurs sources permanentes et de température constante. Ces sources coulent au-dessus des argiles imperméables de la base du Lias supérieur que l'eau de la rivière de Padirac n'a pu traverser. 85 mètres plus bas, à la cote 130, un niveau d'eau situé au-dessus des argiles à *Amm. sinuosus*, à la base des marnes à *Amm. margaritatus* du Lias moyen, donne également, près du village de Gintrac, une source permanente située à quelques cents mètres de distance et à 20^m au-dessus de la Dordogne ; mais ces sources sont évidemment alimentées par les 80 mètres de calcaires à *Amm. spinatus* et de marnes à *Amm. margaritatus* qui les surmontent.

3^o *Grottes en strates inclinées.* — Il nous reste à examiner le cas où les strates sont fortement inclinées : cas étudié par nous en Belgique, dans les vallées de la Lhomme et de la Lesse, entre Han et Rochefort ; le travail de corrosion est alors un peu différent comme l'examen des dislocations naturelles du terrain peut le faire prévoir.

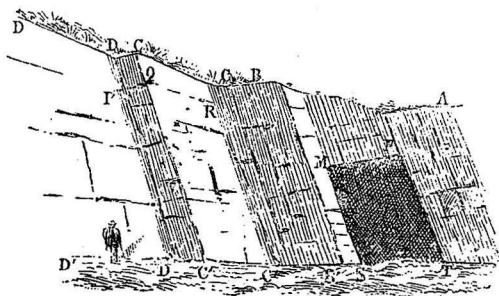
La figure 9 représente en perspective le front de taille d'une simple carrière de calcaire à Rochefort. Là les eaux n'ont joué aucun rôle et l'homme s'est contenté de mettre à jour le travail de dislocation préparé par les plissements anciens. On voit en cette figure trois plans de joints parallépipédiques : la stratification, CC'C¹C², DDD'D' ; puis des joints à peu près verticaux ou diaclases comme CDC'D', et le front de taille ABCA'BC' ; enfin des joints à peu près horizontaux, tels que MN et PQR. Ce sont ces derniers qui provo-

(1) Voir la figure 7.

quent parfois des éboulements et des vides tels que MNST, dans

Fig. 9.

Vue perspective d'une carrière de marbre dévonien à Rochefort, montrant les dislocations des strates.

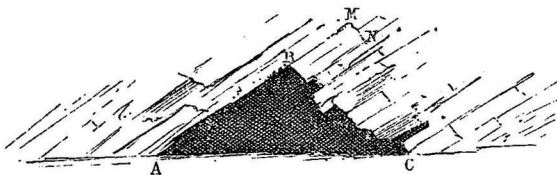


lesquels il suffit d'imaginer l'arrivée d'un courant d'eau pour avoir la figure de la perte de la Lhomme à Rochefort, etc.

Cette perte de la Lhomme, située à 3 ou 400 mètres de la carrière

Fig. 10.

Coupe verticale de l'entrée de la perte de la Lhomme à Rochefort.



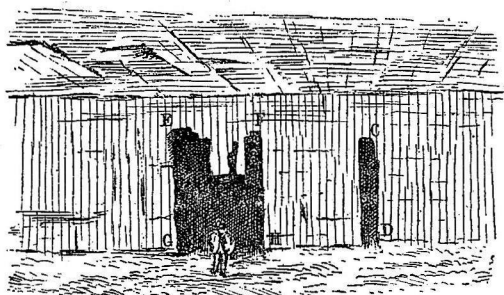
précédente, présente en effet la coupe suivante (fig. 10) où l'on voit immédiatement l'influence combinée des plans de stratification AB et des joints MN. A l'intérieur, on se trouve en présence de strates entières de 0^m80 à 1^m d'épaisseur, isolées comme une cloison entre deux vides et, lorsqu'on examine une face de strate formant paroi comme AB, on voit, ainsi que le montre la figure 11, intervenir le troisième plan de joint vertical sous forme de galeries CD, EFGH, résultant d'un élargissement des diaclases. Ici ces galeries à section rectangulaire ne sont pénétrables que sur une centaine de mètres de long. Lorsqu'elles le sont sur un espace plus considérable, on a de belles salles de grottes comme celles de Han sur Lesse.

Toute cette vallée de la Lhomme, depuis Jemelle jusqu'à Han, est

intéressante au point de vue des grottes et des disparitions de rivières.

Fig. 41.

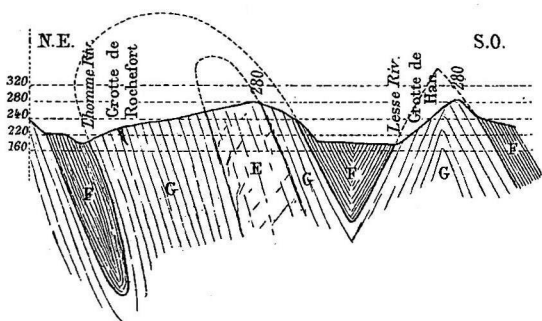
Perte de la Lhomme à Rochefort. Vue perspective montrant l'influence des cassures dans le plan d'une strate.



On a affaire là à un affleurement de calcaire givétien en forme de W. A l'est, ce Givétien repose sur des schistes appartenant à l'Eifélien; à l'ouest il est recouvert par d'autres schistes représentant le Frasnien. Cette bande de calcaire, fortement plissée et disloquée par le ridement antétriasique du Hainaut, a été perforée en un grand nombre de points par les cours d'eau. La coupe générale N. E.-S. O. de la région entre Rochefort et Han sur Lesse est la suivante (fig. 42) :

Fig. 42.

Coupe N.E.-S.O. passant par les grottes de Rochefort et de Han.



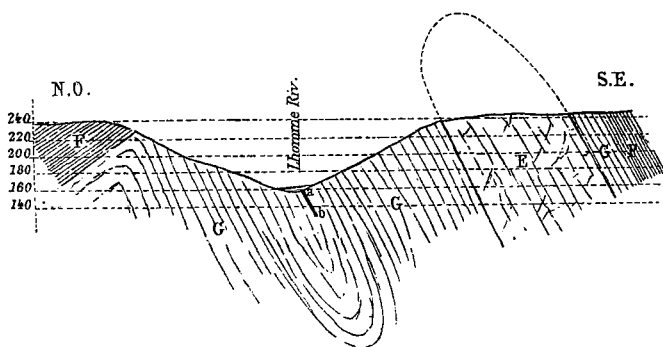
Echelle : $\frac{1}{20000}$

De Jemelle à Rochefort, la rivière la Lhomme suit au nord le flanc d'une colline de calcaire givétien dirigée N. E.-S. O. et présentant des strates inclinés vers le sud-est, comme le montre la figure. Il est facile de prévoir, dès lors, que les eaux de la Lhomme, trouvant dans leur voisinage des strates inclinées et disjointes, auront

une tendance constante à s'y infiltrer par l'effet de la gravité suivant une direction telle que *ab* (Fig. 13). D'où, sur cette rive gauche de la Lhomme, un très grand nombre de pertes actuelles de rivière et

Fig. 13.

Coupe N.O.-S.E. perpendiculaire à la vallée de la Lhomme.



Echelle : $\frac{1}{10000}$

F. Frasnien. — G. Givétien. — E. Eifélien.

de grottes partant d'un niveau supérieur au thalweg qui résultent de l'action semblable de cours d'eau anciens (1).

Ces eaux infiltrées, telles que *ab*, rencontrent à une certaine profondeur des fissures plus étroites qu'elles-mêmes achèvent d'obstruer par le limon qu'elles apportent. Il en résulte alors au niveau *b* un véritable cours d'eau souterrain interstratifié entre deux bancs calcaires, c'est-à-dire parallèle à la rivière du jour et qui, après un cheminement plus ou moins long, doit remonter dans la vallée par siphonnement.

Cette rivière souterraine, il est impossible de la suivre, mais on peut y accéder en plusieurs points :

A l'endroit dit le *Pré au Tonneau*, entre Rochefort et Jemelle, le calcaire noirâtre se présente avec une pente vers le sud, de 55° sur l'horizontale (fig. 14 et 15). Nous avons pénétré dans une assez grande salle A, creusée à peu près en direction, dont la section, déterminée par les diaclases verticales, est représentée sur la fig. 14.

(1) La grotte de Dargilan (Lozère), qui a 2800 mètres de développement et où une rivière a certainement dû couler jadis, s'ouvre à 280^m environ au-dessus du cours actuel de la Jonte; son point le plus bas (salle du Tombeau) se trouve à 130^m en dessous de l'orifice, soit à 150^m en contre-haut du thalweg. On y trouve plusieurs grandes nappes d'eau retenues par des lits d'argile intercalés dans les calcaires.

Des couloirs tels que CD en inclinaison dans des diaclases conjuguées aboutissent à la rivière dont le cours serait en BB'.

A la suite de cette salle, et toujours à peu près en direction, on trouve des couloirs étroits, d'un mètre à peine de large et obstrués par le limon, à droite et à gauche desquels partent, suivant l'inclinaison, des ramifications perpendiculaires. La coupe et le plan théorique de la grotte sont représentés par les figures 14, 15.

Fig. 14.
Coupe verticale en long
(théorique) de la grotte
du Pré au Tonneau.

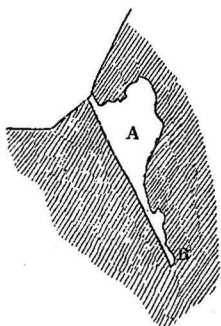
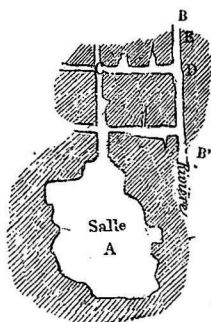


Fig. 15.
Plan théorique de la
grotte du Pré au Ton-
neau.



Au point de vue des formes des sections, cette grotte du Pré au Tonneau et celles de Jemelle, Rochefort, Han, etc., se présentent dans des conditions à peu près semblables.

Nous insisterons seulement sur la *grotte de Han*, qui est de beaucoup la plus importante (1). A Han, la Lesse, au lieu de ne se perdre que partiellement entre les strates calcaires comme le fait la Lhomme près Rochefort, a fini par perforer entièrement la bande de calcaire givétien qui a là 800 mètres de large et par laisser à sec son ancien lit qui contournait la colline. On voit la perte de la rivière au trou de Belvaux, dans un orifice où il est impossible de pénétrer, car le torrent le remplit tout entier; on retrouve la rivière souterrainement et on sort avec elle au jour près du village de Han (2).

(1) Un bon plan de la grotte de Han, par M. Pochet, a été publié dans un guide-album en vente à la grotte.

(2) Aux grottes d'Arcy sur Cure (Yonne) il s'est produit un phénomène tout inverse: la caverne est un ancien ruisseau souterrain, dérivation de la Cure, qui transperçait jadis un promontoire calcaire. L'eau n'y coule plus, car dans la bande autour du promontoire le lit de la Cure s'est abaissé par érosion bien en-dessous de l'orifice de la grotte.

En aval du trou de Belvaux (en suivant l'ancien lit) deux autres trous, aujourd'hui à sec et communiquant avec l'intérieur de la grotte de Han, ont dû être des pertes analogues à celles de la Lhomme avant que la perforation de la bande calcaire et l'abandon du cours primitif fussent parachevés.

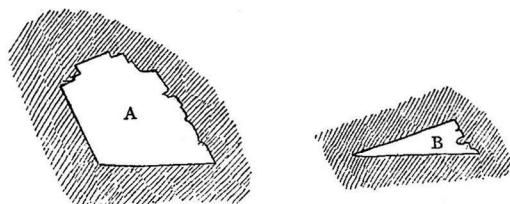
Si nous examinons la perte actuelle de la Lesse, nous voyons la rivière arriver parallèlement aux strates, inclinées là à 45° vers le sud-ouest, sous une grande arche formée par l'éboulement de quelques pans de calcaire et, subitement coudée à angle droit, pénétrer dans la montagne par un tunnel rectangulaire (diaclyse) ouvert dans la paroi d'une strate perpendiculairement à sa direction.

Dans l'intérieur de la grotte, nous trouvons la combinaison constante des deux types principaux de galeries en direction et en diaclyses, les unes et les autres à peu près horizontales par suite de leur creusement par un cours d'eau, avec formation de salles aux coudes où les deux sens de creusement se sont combinés.

D'une manière générale les galeries en direction auront l'une des sections suivantes (fig. 16) : soit A, lorsqu'elles sont de grandes dimensions comme la salle du Trophée, soit B, lorsqu'elles sont plus petites.

Fig. 16.

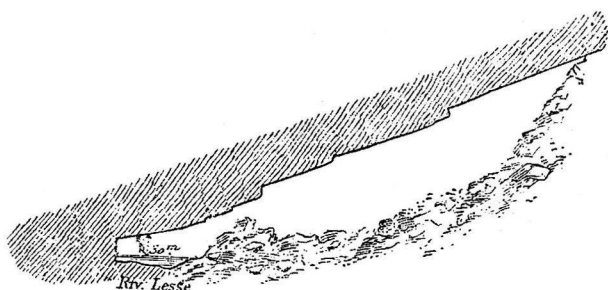
Coupe de la salle du Trophée à Han.



Une galerie perpendiculaire à la direction (diaclyse) aura au contraire une section rectangulaire analogue à celles que nous avons vues à Padirac, soit en haut couloir (galerie Lannoy, cf. fig. 3), soit en tunnel (entrée et sortie de la Lesse, cf. fig. 4). Les galeries étroites et hautes en diaclyses viennent souvent buter au bout d'un assez court trajet contre une face de strate inattaquée barrant la galerie comme un mur. On y arrive par une galerie en direction, on en sort par une autre. La combinaison des deux systèmes de galeries peut produire un réseau complexe comme celui appelé le Labyrinthe, qu'on ne saurait mieux comparer qu'à une carrière exploitée par piliers abandonnés. Enfin, lorsque le travail des eaux a été poussé plus avant, on a, par effondrement, une véritable salle généralement

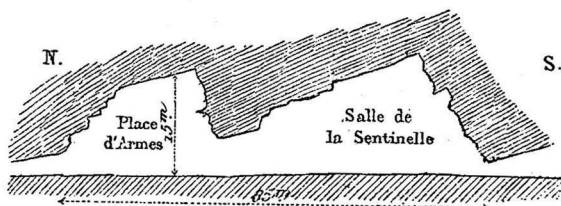
couverte par un plan de strate plus résistant et encombrée par un amas d'éboulis qui forment un talus. C'est ainsi que la coupe schématique de la grande salle du Dôme serait la suivante (fig. 17) :

Fig. 17.
Coupe Est-Ouest de la salle du Dôme à Han.



De même, celle de deux autres grande salles, la Place d'Armes et la salle de la Sentinelle, serait représentée par la figure 18.

Fig. 18.
Coupe de deux salles de la grotte de Han.



Entre la Salle de la Sentinelle et la Salle du Dôme on communique par un couloir étroit qui est une diaclase.

Quant à la sortie si fameuse de la Grotte de Han, elle se fait, comme nous venons de l'indiquer, par une diaclase du type que nous avons qualifié de tunnel, au milieu de strates peu inclinées dirigées à 70° et plongeant vers le nord.

Il serait sans intérêt de multiplier davantage les exemples ; les lois que nous venons d'énoncer sont assez générales pour que la simple inspection du plan d'une grotte, jointe à la connaissance de la direction des strates, permette de prévoir le plus souvent la forme des excavations ; nous remarquerons seulement pour terminer que les calcaires anciens plissés et inclinés comme ceux de Han, ayant

une très grande variété de directions de strates et de pendages, présentent nécessairement aussi une plus grande diversité dans la forme des vides que les calcaires horizontaux. Mais, dans les grottes, cette forme primitive des excavations ne joue, au point de vue pittoresque, qu'un rôle assez secondaire à côté d'un autre élément dont il nous reste encore à dire un mot, ce sont les stalactites.

Les *stalactites* se produisent surtout dans les parties où les voûtes très fissurées ont des suintements abondants, donc de préférence dans les hautes salles formées en cloches d'éboulement plutôt que dans les galeries à section régulière.

La forme primitive de la stalactite est toujours le cône effilé et terminé à son extrémité par une goutte d'eau suspendue. Cette stalactite s'accroît en même temps suivant les génératrices et suivant la pointe. Si l'eau, suintant le long de la stalactite en formation, vient à couler de préférence suivant une génératrice déterminée ou à tourner autour du cône, on aura des apparences de tuyaux d'orgue ou de pendeloques plus ou moins contournées. Les stalactites s'alignent habituellement suivant des diaclases. Si toute la diaclase participe à la formation, on aura une draperie qui pourra (à Adelsberg, par exemple) constituer une véritable paroi en travers d'une salle.

Les *stalagmites*, alimentées par le résidu de l'eau qui a formé les stalactites, ont plus de tendance à s'élargir et moins à s'élever. Leur forme plus irrégulière est mamelonnée. Des causes quelconques, en particulier des moments de sécheresse, déterminent parfois une disposition des gouttes en surplomb sur la périphérie; d'où une formation par anneaux superposés et quelquefois (salle des sources du Mammoth, à Padirac) l'aspect d'une plante fantastique composée de disques empilés débordant irrégulièrement les uns sur les autres. Sur une stalagmite un peu large, des cônes séparés peuvent s'élever un moment, puis se ressouder, etc. (d'où les obélisques de Dargilan (Lozère), etc.).

Enfin le dépôt calcaire recouvre les parois et le sol, ferme des orifices, masque des éboulis, prend, suivant la proportion de fer, les teintes les plus diverses du blanc au rouge, et contribue ainsi, pour une grande part, à donner aux grottes la variété qui, sans cela, aurait pu leur faire défaut.

II. — *Application aux phénomènes géologiques.*

On sait qu'une école importante, exagérant la tendance actualiste qui prévaut aujourd'hui avec juste raison en géologie, prétend expliquer la formation de tous les gisements métallifères par la simple concentration de métaux disséminés dans la mer, dans les roches

ou dans les terrains déjà formés. Beaucoup de gisements stratiformes semblent en effet s'être déposés réellement de cette manière, et des analyses minutieuses ont apporté quelque apparence de confirmation à cette théorie par la constatation, dans les péridots des basaltes, de traces de cuivre, nickel, etc., dans les eaux de la mer, d'éléments de zinc, fer, etc... On aurait pu se contenter d'en conclure que les roches avaient emprunté ces métaux à la même source que les filons métallifères et que la mer, qui ronge ces roches ou les terrains sédimentaires résultant de leur destruction, en avait tout naturellement dissous des parcelles ; on a préféré en déduire que l'un venait de l'autre et que les filons de cuivre, plomb, zinc, etc..., étaient le résidu d'un simple lavage des roches encaissantes, ou, tout au moins, pour tenir compte des filons qui passent d'une roche à l'autre, de la dissolution des roches voisines.

S'il en était ainsi, les grottes, où de si grandes quantités de calcaire sont constamment dissoutes, puis chimiquement reprécipitées, pourraient avoir donné lieu à des concentrations métallifères et nous présenter des amas de galène, de chalcopryrite ou de calamine en voie de formation.

Or, l'expérience paraît prouver le contraire. Si, dans certaines mines de plomb ou de zinc et dans le voisinage immédiat de ces mines, on trouve des cavités tapissées de stalactites récentes de calamine (au Laurium par exemple), ou des dépôts stalagmitiques de galène recouvrant des os de chauve-souris (dans le Massachusetts), c'est par un phénomène purement secondaire, analogue à celui qui a produit des cristallisations du même genre sur des boisages d'anciennes galeries abandonnées. Un métal ne s'est concentré dans les vides ou les fissures récentes d'une région sous l'action des eaux froides superficielles que lorsqu'un phénomène ancien en avait déjà accumulé des masses dans ce pays.

Cependant, en dehors des filons concrétionnés, il existe des gisements minéraux d'autre sorte, ce sont les poches de phosphate de chaux ou de minerai de fer en grains sidérolithique; nous ne voudrions pas traiter aussi incidemment la question discutée de leur origine ; nous rappellerons toutefois comment les formes de certains avens *creusés par en haut*, si souvent comparables à des cônes posés sur leur base (voir fig. 1 et 2), sont contraires à la théorie développée par M. Stanislas Meunier (C. R. 2-9 janvier 1888) et déjà combattue ici même par M. de Grossouvre (1) d'après laquelle un courant descendant d'eau acide donnerait toujours (et expliquerait

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVI, p. 287. 6 fév. 88.

seul) une disposition en cône, la pointe en bas. Même si l'on admettait qu'un très grand nombre de poches de phosphates et de minerais de fer ont été creusées d'en haut par élargissement de diaclases, comme semble l'indiquer en particulier la présence de galets roulés dans les phosphorites du Quercy, on devrait laisser de côté un argument peu concluant.

La visite d'un puits, comme celui de Padirac ou de quelques avens, est enfin de nature à nous expliquer la possibilité de la présence d'ossements de différents âges au milieu de ces poches de phosphorite (1) et la formation de brèches osseuses. Nous avons dit en effet comment, au fond de tous les puits ou avens, on trouvait une accumulation de carcasses d'animaux à divers degrés de décomposition, pêle-mêle avec des cailloux. Ces os sont ceux des bêtes jetées là ou tombées par accident; les éboulements les recouvrent et parfois la stalagmite les ressoude. Si le puits de Padirac résultait réellement d'une époque géologique et particulièrement de l'époque sidérolithique, de semblables chutes d'animaux auraient dû se produire dès lors et, par suite, en déblayant les éboulis du fond qui ont actuellement plus de 20 mètres de haut, on pourrait trouver à la base la preuve curieuse de l'antiquité de cet abîme. C'est un travail assez compliqué qu'il serait intéressant d'entreprendre.



(1) Nous n'ignorons pas quelle explication paléontologique on a donné de ce qui avait été pris d'abord pour un mélange de faunes dans le Quercy; nous notons seulement ici la possibilité du fait.

QUELQUES OBSERVATIONS NOUVELLES
SUR LE JURA MÉRIDIONAL (1)

par M. l'abbé **BOURGEAT**

L'année dernière la Société géologique voulut bien insérer dans son Bulletin un résumé sommaire des observations que j'avais faites en 1888 dans le Jura méridional ; j'espère qu'elle accueillera avec la même bienveillance le résumé succinct que je lui adresse aujourd'hui de mes observations de 1889. Elles feront bientôt, avec les précédentes et celles que je poursuis en ce moment, l'objet d'un plus long mémoire.

Lias. — J'ai visité à nouveau et bien attentivement l'affleurement des schistes bitumineux à Posidonomyes des Croets pour en rechercher la faune et en déterminer l'épaisseur. J'ai constaté que tant que les schistes sont très fissiles, ils sont aussi très chargés de Posidonomyes et ne renferment guère d'autres organismes. S'ils le sont moins on y rencontre en outre :

Ammonites bifrons Brug.

Lima semicircularis Goldf.

Hinnites velatus Goldf.

A mesure que l'on descend et que la schistosité diminue, les Posidonomyes se montrent plus rares, et ce sont les *Lima* avec les *Hinnites* qui dominent. Vers le dessus, les schistes passent par places à des rognons calcaires analogues aux *miches* de la *Caine* et de *Curcy*, mais j'y ai vainement jusqu'ici cherché des traces de Poissons. Les schistes vraiment bitumineux mesurent de 10 à 12 mètres de puissance et sont surmontés d'une alternance de minces couches schisteuses et d'assises calcaires rognoneuses qui préparent le passage au Bajocien. D'après une analyse faite au laboratoire de mon collègue, M. Schmitt, par M. Wavelet, ces schistes contiendraient de 4 à 5 % de matières huileuses.

Bajocien. — En ce qui concerne le Bajocien, j'ai remarqué qu'à mesure que l'on s'avance vers le sud et l'ouest de la chaîne, les Polypiers des couches supérieures tendent à gagner en surface en même temps qu'ils perdent en épaisseur. Il y a sous ce rapport

(1) Cette note avait été adressée en juin 1890 à la Société, mais elle arriva trop tard pour être présentée en séance. Elle n'a été retournée à la société que pour la séance du 1^{er} décembre 1890.

un contraste frappant entre la région d'Arbois et de Poligny, où les Polypiers constituent de vrais récifs et sont parqués sur certains points, et la région des environs de Saint-Amour où ils sont engagés dans les assises sans en troubler la stratification, mais où ils offrent en retour une plus grande continuité. Je les avais déjà signalés l'année dernière à Chanelet, près de Cousance, ainsi que dans les couches supérieures du Bajocien de Saint-Jean d'Etreux. Je dois ajouter aujourd'hui qu'ils sont aussi bien visibles au bois de la Cour près de Beffiâ, au bois du Bouchot près de Saint-Julien, dans le Bajocien supérieur de Germagnat, sur le chemin de Lanezia à Maynol et sur celui du Poisoux à Coligny. Je ne puis donc que partager pleinement au sujet de leur extension vers le sud-ouest les idées de notre savant confrère M. Riche. Mais, où je cesse d'être de son avis, c'est lorsqu'il tend à assimiler la région nord-est du Jura à cette région du sud-ouest. Mes observations m'ont aussi montré que la texture saccharoïde d'une roche ne suffit pas à elle seule pour accuser l'existence de coraux. Dans une région aussi tourmentée que le Jura cette texture peut être due à beaucoup d'autres causes.

Dans une note communiquée dernièrement à l'Académie des Sciences, j'ai fait savoir comment un certain nombre de minerais de fer du Bajocien et des autres assises secondaires convenablement traités et étudiés à un assez fort grossissement m'ont révélé une structure organique. Je me suis abstenu de me prononcer sur le mode de formation de ces minerais. Qu'on me permette de dire ici que s'ils ont été amenés par des sources chaudes, comme beaucoup d'auteurs le prétendent, le dépôt paraît ne s'en être effectué que dans certaines conditions parmi lesquelles figurerait la présence de petits organismes. J'aurai du reste bientôt à revenir sur ce point. Il me semble qu'on a trop abusé des actions geysériennes à une époque aussi calme que celle du Lias et du Jurassique.

Bathonien. — Les changements nombreux d'aspect et de faune que présente le Bathonien dans l'ensemble du Jura ont déjà fait l'objet d'un intéressant travail de la part de M. Riche. Il faudrait pour le compléter suivre le Bathonien pas à pas et en comparer les affleurements à de faibles distances. J'espère pouvoir bientôt arriver à ce résultat. Je me contenterai de dire ici que son étude présente autant d'attrait que les fameuses assises coralliennes du Jurassique supérieur ; car il est riche en organismes et ceux-ci y pullulent par places avec une merveilleuse abondance. Ainsi sur la côte qui domine Beaufort, on rencontre une bande de calcaire bathonien toute pétrie de sphérolithes qui ne sont pas autre chose que des bryozoaires du

genre *Cerriopora*. On retrouve encore de beaux Bryozoaires rameux associés à des Serpules dans le Bathonien supérieur des environs de Veria, de Germagna et de Montfleury. Enfin, près d'Arbois, un calcaire oolithique appartenant probablement au Bathonien moyen se montre encore tout rempli d'organismes microscopiques analogues.

Callovien et Oxfordien — Pour ne pas revenir sur les changements d'épaisseur et de faune de ces deux étages, je signalerai seulement ici un beau gisement d'Ammonites dans le Callovien de Mongefonds, entre Villeneuve-les-Charnod et Vosbles. Il existe aussi dans l'Oxfordien moyen de Château des Prés, près de Saint-Claude, une faune intéressante de Gastéropodes dont j'ai commencé l'étude.

Jurassique supérieur. — C'est au Jurassique supérieur qu'on est généralement convenu de rapporter les nodules ou sphérolithes qui couronnent l'Oxfordien dans une grande étendue du sud-ouest de la chaîne. J'ai constaté que ces sphérolithes, lorsqu'on les examine à la loupe après les avoir traités par l'acide étendu, accusent pour la plupart une structure organique due à des Serpules enlacées ou à des Bryozoaires, du genre *Tubulipora*. Si donc ils doivent être envisagés ainsi qu'on l'admet communément, comme un dépôt littoral, c'est bien plutôt à cause des organismes qui les constituent et des matières étrangères qui les empâtent, que de leur forme plus ou moins sphérique, qui ferait croire à une agitation du flot.

Dans les régions où ces nodules font défaut, on trouve presque toujours à leur niveau de gros bancs d'un calcaire formé d'oolithes irrégulières constituant des taches blanches, bleues ou rosées. L'idée m'est venue d'examiner ces oolithes et j'ai constaté qu'elles sont encore en très grand nombre d'origine organique. Il s'y rencontre surtout beaucoup de petits polypiers. Nulles couches ne les présentent mieux à ma connaissance que celles du Rauracien compris entre Leschères et les Crozets.

Plus haut, dans le Virgulien, j'ai remarqué que les petits lits marneux à *Ostrea virgula*, que la Société géologique a pu suivre durant son excursion de 1885, sont aussi souvent riches en petits Gastéropodes qui y forment lumachelle, lorsqu'on s'avance sur Saint-Claude.

Enfin près de Leschères, au hameau de Vichamois, il existe des calcaires dolomitiques en plaquettes qui renferment des Poissons. Malheureusement ceux-ci ont été jusqu'à ce jour dispersés dans des collections particulières où ils demeurent enfouis.

Purbeckien. — Je crois devoir signaler ici deux affleurements de

Purbeckien, dont la connaissance pourra peut-être servir à retracer en détail le contour du grand lac qui succéda aux mers jurassiques. L'un est l'affleurement des Crozets, à l'extrême limite du Néocomien du côté de l'ouest. Il est formé d'éléments jurassiques, surtout de débris portlandiens, qui tantôt forment une brèche, tantôt constituent un poudingue : je n'y ai pas encore trouvé de fossiles.

L'autre est l'affleurement de la Combe de la Landoz, près de Chaux des Près. Il est surtout riche en *Physa wealdina*, qui y sont très répandues dans une mince couche de marnes gris-noires. Je n'y ai pas trouvé de Planorbes ; mais on rencontre encore :

Physa Bristowici Forbes

Lioplax inflata Sandberger

Corbula Forbesi de Loriol.

Crétacé et formations plus récentes. — Je ne dirai rien aujourd'hui du Crétacé, me proposant d'en parler en détail dans une étude que j'ai commencée sur le bassin de Saint-Lupicin.

Pour les formations qui le surmontent je dois signaler d'abord près du village de Chaux des Près les débris d'un poudingue à *Ostrea* indéterminables dont les éléments sont urgoniens. Serait-ce une extension de la brèche de Narlay ? Je ne saurais le dire.

Je n'ai pas découvert jusqu'à ce jour de nouveaux gisements de Mollasse, mais j'ai constaté que celle de la Combe d'Evoaz s'étend jusque vers l'Embossieu sur le territoire des Hautes Mollunes où elle forme le fond de marais tourbeux. J'ai rencontré aussi près de Germagnat, dans une crevasse du Jurassique supérieur, des sables rougeâtres presque uniquement constitués par du quartz cristallin. Se rattachent-ils aux formations de la Bresse, ou sont-ils en relations avec la Mollasse des Hautes Chaînes : c'est là un problème qui demande de plus longues recherches pour être résolu. En ce qui concerne le Glaciaire je ne puis passer sous silence la découverte que j'ai faite d'un bloc de chloritoschiste alpin sur la côte de Valfin, à 900 mètres d'altitude, au couchant de la profonde vallée de la Bienne qui sépare cette arête montagneuse des régions plus voisines des Alpes. Si c'était par l'effet d'un glacier que ce bloc fût venu là, ce serait une preuve de plus que les Glaciers alpins avaient autrefois une puissance bien supérieure à celle que nous leur connaissons.

J'ai rencontré aussi un grand nombre de quartzites entre Champformier et la Combe d'Evoaz, à près de 1100 mètres d'altitude, par delà le grand rempart du Credo, et la profonde vallée de la Valserine.

Enfin je dois à un habitant de la Combe d'Evoaz communication d'un bloc de *micaschiste* trouvé au bois de la Roche, à 1200 mètres d'élévation, entre Evoaz et Belleydoux.

NOTE SUR LE GISEMENT ARGOVIEN DE TREPT (ISÈRE) (1)

par M. A. DE RIAZ.

Le gisement que je me propose de faire connaître est encore peu célèbre, et cependant il mériterait d'être classé par l'abondance et la bonne conservation de ses fossiles. Je signalerai immédiatement sa richesse en Ammonites, dont l'importance est de plus en plus appréciée pour la classification des niveaux jurassiques.

Il s'agit de Trept, canton de Crémieu (Isère), où le niveau argovien est représenté de manière à pouvoir servir de type. J'ai visité bien des gisements analogues dans le Jura français, en Souabe, en Pologne; je suis allé deux fois à Birmensdorf, et je puis dire que par le nombre et la beauté des échantillons, Trept surpasse tout ce que je connais. De plus, sa place dans l'échelle stratigraphique étant parfaitement certaine, comme je le démontrerai, j'estime que nous devrions dire en France *couches de Trept*, au lieu de continuer à employer le terme exotique de Birmensdorf. On se réfère à cette station suisse, faute de lui avoir trouvé un équivalent assez complet, soit dans le bassin de Paris, soit dans le Jura français : cet équivalent typique, le voici.

J'ai dit *niveau argovien*, bien que je sois le premier à trouver que cette expression n'est pas parfaite : mais elle a l'avantage de représenter à la fois un horizon et un faciès, de désigner en même temps tout ou partie de l'Oxfordien, des calcaires et non des marnes, et une faune de céphalopodes.

Le gisement de Trept n'était point absolument inconnu; mais évidemment les observateurs qui l'ont nommé ne l'ont vu qu'en passant, et n'ont point soupçonné tout l'intérêt qui pouvait s'attacher à cette riche localité.

Le premier auteur ayant cité Trept serait Albin Gras (2). Un peu après (1856), Oppel signala un certain nombre d'espèces qu'il vit à Lyon dans la collection Thiollière (3). Lory, d'Archiac l'ont mentionné. En 1866, Oppel assigna aux couches de Trept leur véritable place dans son ouvrage *Ueber die Zone des Ammonites transversarius*

(1) Note déposée dans la séance du 1^{er} décembre 1890.

(2) *Catalogue des corps organisés de l'Isère* (1832).

(3) *Die Jura-Formation*, pages 685-686.

et allongea sa liste de fossiles (1). Dumortier aurait sans doute décrit en détail cette faune remarquable, s'il eût pu continuer ses *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône* ; mais à peine en a-t-il parlé incidemment : à la réunion de Lyon (1859), il signale près de Trept « des calcaires oxfordiens très riches » ; plus tard, il répète après Oppel qu'ils « appartiennent sans conteste à la zone de l'*Ammonites transversarius* (2) ». Enfin, en 1878, M. Choffat dit simplement : « La route de Trept à Morestel coupe les couches de Birmensdorf à la sortie du village », et il donne une petite liste de fossiles (3).

Si l'on se dirige de la gare de Trept vers le village, on remarque immédiatement sur la droite une dépression qui prend en remontant la forme d'un petit vallon ; c'est une faille (4) qui sépare le Bathonien des étages plus élevés. Ce Bathonien est non seulement l'équivalent, mais le prolongement même du choin de Villebois bien connu dans les constructions lyonnaises ; à Trept on en extrait une belle pierre blanche où quelques fossiles *Sphæroceras bullatum* d'Orbigny, *Holactypus depressus* Desor, *Collyrites analis* Desmoulin, *Eudesia cardium* Lamarck, *Zeilleria digona* Sowerby, permettent de reconnaître la partie supérieure de l'étage.

En traversant le village, on franchit la faille entre la mairie et l'église ; et, si l'on prend le chemin de Cozance, on se trouve, au bout de quelques minutes, sur les calcaires argoviens dont les fossiles jonchent les champs et les vignes des deux côtés du chemin.

L'épaisseur de ces couches argoviennes est difficile à mesurer, faute d'une coupe complète. Je l'évalue à 20 mètres, plutôt un peu plus que moins. L'endroit que je viens de décrire forme un plateau sans escarpement abrupt ; le fond de la faille, à gauche, est caché par la terre végétale.

Pour étudier la base des couches, il faut sortir du village par la route de Morestel : on verra là, dans une tranchée, le point observé par M. Choffat. Je m'étonne que ce géologue ait passé à côté du plateau bien autrement riche en fossiles sans qu'on le lui ait signalé.

(1) Pages 260-261.

(2) *Sur quelques gisements de l'Oxfordien inférieur de l'Ardèche*, page 63.

(3) *Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et dans le Jura méridional*, page 54.

(4) La contrée offrant plus loin divers plissements, j'avais cru d'abord ici à un simple pli. M. Fallot, qui m'a accompagné un jour à Trept, reconnut une faille, ce que mes observations ultérieures ont absolument confirmé. Je le remercie ici du concours qu'il m'a prêté.

Cette base des couches est un peu marneuse, grumeleuse plutôt. Elle présente une nuance bleuâtre, tandis que les calcaires supérieurs sont parfaitement blancs. Comme faune, la base offre de beaux échantillons de Bélemnites. Les Ammonites y sont de petite taille : le genre *Harpoceras* y domine avec le *Perisphinctes convolutus*. Au contraire, dans les couches supérieures, les Ammonites sont généralement de grandeur moyenne, et parfois même atteignent des dimensions considérables; c'est le genre *Perisphinctes* qui est prépondérant. Les Spongiaires sont énormes et très abondants.

Evidemment, on est tenté de voir dans les couches de la base à faciès grumeleux, l'équivalent des marnes du Jura à *Ammonites Rennggeri*, qu'on trouve déjà à 20 kilomètres au nord de Trept couronnées par les calcaires à Scyphies (1). Mais la difficulté serait de tracer une limite dans une série qui paraît continue.

A quoi se rattachent les couches que nous étudions? Rien ne surmonte les calcaires du plateau de Trept, en sorte que c'est par la base seulement qu'on peut envisager leur position stratigraphique. L'observation n'est pas des plus aisées. Il faut se rendre en face de la grande carrière bathonienne, au sud et au nord du remblai sur lequel passe le chemin qui y accède. On est alors placé sur le bord de la faille dont j'ai parlé en commençant; mais le vallon n'est pas assez creusé pour que l'étage inférieur apparaisse nettement. On marche sur un mélange assez confus de débris et d'éboulis recouverts par la végétation. Aussi n'ai-je été sûr de reconnaître le Callovien supérieur qu'après plusieurs courses et la découverte de la *Reineckia anceps*.

L'Argovien de Trept, si l'on applique ce nom à la totalité des couches, repose donc sur le Callovien. Le problème est de savoir si les marnes à *Ammonites Rennggeri* sont représentées ou non. Avant d'entrer dans cette discussion, je vais décrire les principaux fossiles de Trept en m'attachant spécialement aux Ammonites.

PERISPINCTES.

Le genre *Perisphinctes* est le plus remarquable par l'abondance des individus et des espèces.

Perisphinctes plicatilis Sowerby (très commun).

Les géologues qui ont eu à classer des espèces de ce niveau, ont

(1) Les marnes existent notamment à Benonces, Verclas, Montagnieu, etc., sur les derniers escarpements baignés par le Rhône.

dù s'apercevoir de la difficulté qu'il y a à se contenter des types de Sowerby et de d'Orbigny, même en en démembrant le *Perisphinctes Martelli* Oppel, les *Perisphinctes lucingensis* et *Navillei* Ernest Favre. J'ai fait une récente visite au musée de Zurich, où j'ai vu les exemplaires originaux des figures d'Oppel, et j'estime qu'il y aurait lieu de créer encore des espèces nouvelles.

Quoi qu'il en soit, je classerai comme variétés les formes qui rentrent dans le groupe du *Plicatilis*, et que je ne puis rattacher à des espèces déjà figurées.

VARIÉTÉ A. — Je classe en premier lieu celle qui garderait l'ancien nom : c'est celle dont les côtes ne sont relativement pas très nombreuses (52 sur le dernier tour d'un exemplaire de 7 centimètres de diamètre) ; ces côtes se portent en avant avec une légère courbure et se bifurquent près du bord siphonal. M. Ernest Favre a déjà choisi et figuré cette variété dans la *Paléontologie suisse* sous le nom primitif d'*Ammonites plicatilis* (1). Mes échantillons concordent parfaitement avec ses figures : ils sont presque tous de moyenne taille, le plus grand a 12 centimètres de diamètre.

VARIÉTÉ B. — Une autre variété, celle-là atteignant parfois une taille plus grande, puisque je possède un exemplaire de 18 centimètres de diamètre, se présente avec des côtes presque rectilignes et moins obliques à la circonférence. La coquille est plus bombée.

VARIÉTÉ C. — Cette forme est plus aplatie. Les côtes s'infléchissent en avant comme dans la variété A ; elles sont plus fines et plus saillantes sans être plus nombreuses ; les sillons qui les séparent sont larges et profonds. La grandeur atteint 20 centimètres et au delà.

VARIÉTÉ D. — Ce type est très aplati, plus encore que le précédent. Les tours de spire deviennent plus larges. La forme est moins discoïdale, et prend un aspect elliptique ou parabolique très caractérisé. Quant aux côtes, elle sont à la fois fines et très nombreuses : j'en compte 80 sur le dernier tour d'un exemplaire de 8 centimètres de diamètre. Cette forme est celle qui s'éloigne le plus des autres.

Perisphinctes Martelli Oppel (commun).

Cette espèce aurait besoin d'être fixée d'une manière plus précise. Je ne puis m'empêcher de croire qu'elle donne lieu à des malentendus. Oppel, au lieu de renvoyer simplement à la planche 191 de d'Orbigny, aurait bien dû figurer les exemplaires du Jura Souabe.

(1) Vol. II, page 30, pl. III.

A Trept, je ne vois cependant aucune difficulté à rapporter à cette espèce les grands individus de 10 à 25 centimètres de diamètre, où s'observe nettement la diminution caractéristique du nombre des côtes sur le dernier tour. Je n'éprouve pas d'embarras non plus pour les échantillons moyens, car ils sont plus renflés que toutes les variétés du *Plicatilis*, et moins que le *Perisphinctes convolutus*. De plus, les côtes sont fortes et espacées, même chez les jeunes.

Perisphinctes lucingensis E. Favre (très commun).

Cette espèce est de toutes la plus abondante à Trept; elle se retrouve du reste partout. Elle se distingue du *Perisphinctes plicatilis* par un nombre de côtes beaucoup plus grand, qu'on peut estimer au double : je compte 80 à 120 côtes sur le dernier tour d'exemplaires ayant 10 centimètres de diamètre. Sauf la variété D, les *Plicatilis* de même grandeur ne m'en offrent que 40 à 55; mais cette variété D, par son aplatissement et par sa forme parabolique et non discoïdale, ne peut prêter à aucune confusion. Les côtes sont fines, légèrement infléchies en avant comme dans le *Plicatilis* A type. Elles sont très régulièrement bifurquées près du bord siphonal.

La coquille est plate, sans être très déprimée, ce qui la sépare du *Perisphinctes convolutus* et d'autres espèces globuleuses. La taille n'atteint pas les grandes dimensions que présentent parfois les *Perisphinctes plicatilis*. Je crois que ce caractère mérite d'être noté, car je n'ai jamais trouvé d'exemplaires dépassant le diamètre de 12 centimètres; et pourtant les individus abondent.

Perisphinctes Navillei E. Favre (assez commun).

Je rapporte à cette espèce un certain nombre d'individus dont les tours croissent lentement, dont les côtes sont assez espacées (43 sur le dernier tour d'un exemplaire de 8 centimètres de diamètre). Ces côtes sont perpendiculaires à la circonférence, et la forme est caractéristique par sa régularité. Le *Perisphinctes Martelli* est plus épais, ses côtes sont légèrement obliques (dans les tours intérieurs tout au moins) et son aspect moins circulaire.

Perisphinctes birmensdorfensis Mæsch (assez commun).

Echantillons conformes à la figure de l'auteur : ombilic profond, côtes fortes, croissance lente, forme discoïdale. M. E. Favre me paraît avoir bien reproduit le type de Mæsch, et non M. Bukowski, qui figure sous ce nom une forme à côtes infléchies et à croissance plus rapide.

Perisphinctes randenensis Mœsch (assez commun).

Cette espèce a de l'analogie avec la précédente, dont elle se distingue par une taille un peu plus forte, une ouverture plus carrée, une croissance encore plus lente. Ces deux espèces ne sont pas renflées au milieu, tout en ayant une certaine épaisseur.

Perisphinctes convolutus Quenstedt (très commun).

Beaucoup de petits individus, même de très petits, tout à fait semblables à ceux des marnes à *Amm. Renggeri*, sauf bien entendu qu'ils sont calcaires et non pyriteux.

Perisphinctes virgulatus Quenstedt (assez commun).

Cette espèce a été interprétée d'une manière très diverse. On l'a représentée souvent comme une forme globuleuse. Je reviens donc à son auteur, et je vois dans les formes représentées tab. 100, fig. 5 et 12 (*der Weisse Jura* 1888) un type très aplati, des tours rectangulaires à croissance rapide, des côtes fines, très nombreuses, parfois trifurquées. Je remarque aussi des étranglements comme dans le *Perisphinctes polyplocus*.

Perisphinctes Wartæ Bukowski (1) (rare).

Deux exemplaires reconnaissables à la sinuosité des côtes, qui sont nombreuses et s'infléchissent en avant en se bifurquant assez près du bord siphonal.

Perisphinctes promiscuus Bukowski (rare).

Je rapporte à cette espèce un exemplaire de 11 centimètres de diamètre, un peu plus aplati que la figure de l'auteur. Les côtes sont irrégulièrement bifurquées et trifurquées.

Perisphinctes rhodanicus Dumortier.

Je suis fort embarrassé pour reconnaître cette espèce, signalée à Trept par l'auteur dans une des rares occasions où le nom de Trept a été cité (2). Je ne verrais à rapprocher de la figure de Dumortier que ma variété D du *plicatilis*. Mais il y a aussitôt une différence essentielle : dans l'*Ammonites rhodanicus* les tours se recouvrent sur plus de la moitié de leur largeur, tandis que dans tous les *Plicatilis* ils se recouvrent à peine.

(1) *Über die Jurabildungen von Czenstochau*, 1887.

(2) *Sur quelques gisements de l'Oxfordien inférieur de l'Ardèche*, page 62.

HARPOCERAS.

Les *Harpoceras* sont nombreux d'espèces et d'individus. Ils sont un peu moins bien conservés que les *Perisphinctes*.

Harpoceras canaliculatum Buch (commun).

Cette espèce est de tous les Ammonitidés la plus caractéristique de ce niveau, ainsi que l'ont établi plusieurs auteurs, M. Douvillé notamment. On peut recueillir des exemplaires moyens et assez grands sur lesquels les ornements vont en s'atténuant.

Harpoceras hispidum Opper (commun).

Cette espèce est quelquefois un peu difficile à distinguer de la précédente. Je remarque que la partie intérieure est plus bombée, les côtes intérieures plus saillantes et moins nombreuses.

Harpoceras arolicum Opper (très commun).

Beaucoup de jeunes. Espèce rarement très bien conservée. On peut cependant reconnaître chez quelques individus les côtes figurées par l'auteur.

Harpoceras subclausum Opper (assez commun).

Le sillon caractéristique de cette espèce se voit généralement. Il y a aussi des exemplaires un peu frustes, surtout parmi les jeunes, qu'on est tenté de confondre avec d'autres espèces, avec le *Harpoceras arolicum*, par exemple.

Harpoceras Henrici d'Orbigny (assez commun).

L'absence d'ornements sur les moules calcaires rend cette espèce difficile à distinguer des espèces voisines. Son caractère important est d'avoir l'ombilic plus grand. J'ai cependant recueilli quelques exemplaires où les côtes sont visibles.

Harpoceras Eucharis d'Orbigny (assez rare).

Reconnaissable à l'ombilic petit et à la carène tranchante.

Harpoceras marantianum d'Orbigny (très rare).

J'ai recueilli un jour à Trept un exemplaire parfaitement conforme à la figure de d'Orbigny, différant du *Harpoceras canaliculatum* par la bifurcation des côtes externes. Je n'ai jamais rencontré ailleurs cette espèce, ni à ce niveau, ni à d'autres ; et je me demande ce qu'il faudrait conclure, si elle était ici plus abondante. On discute si c'est là une espèce vraiment oxfordienne. Rien ne

surmonte le plateau où j'ai fait mes récoltes de fossiles, et aucun mélange de couches supérieures n'est possible, puisqu'elles n'existent qu'à plusieurs kilomètres de là.

HAPLOCERAS.

Haploceras Erato d'Orbigny (très commun).

Je rapporte à cette espèce un grand nombre d'individus d'une détermination assez difficile, vu leur état défectueux de conservation et leur petite taille. Le dos est rond, ce qui les diversifie du genre *Haploceras*; peut-être y aurait-il plutôt confusion avec les *Oppelia* jeunes.

OPPELIA.

Ce genre n'est pas très abondant, mais assez remarquable, car on peut rencontrer parfois des échantillons très bien conservés.

Oppelia Bachiana Opper (assez commun).

Taille moyenne, bons exemplaires. Espèce caractéristique de ce niveau à mon avis.

Oppelia oculata Bean (assez commun).

Taille moyenne. On a fait remarquer déjà que les jeunes individus pyriteux des marnes sont beaucoup plus globuleux que ceux plus âgés.

Oppelia flexuosa Münster (assez commun).

A la suite de d'Orbigny, on a beaucoup confondu cette espèce avec la précédente. J'y range sans hésitation les individus d'une certaine taille présentant sur le bord siphonal une quille entre deux rangées de tubercules, tandis que l'*Oppelia oculata* a le dos arrondi. Quelque indécision subsiste pour les jeunes. Je remarque que mes exemplaires ont moins d'épaisseur que toutes les figures des auteurs.

ASPIDOCERAS.

Aspidoceras perarmatum Sowerby (assez commun).

Plusieurs échantillons de diverses tailles.

Aspidoceras Ægir Opper (rare).

CARDIOCERAS.

Cardioceras cordatum Sowerby (rare).

Un seul exemplaire assez grand (8 centimètres de diamètre).

Cardioceras alternans Buch (assez rare).

Exemplaires très petits. Cette espèce est commune au Lochen (Souabe).

PELTOCERAS.

Peltoceras Toucasi d'Orbigny (rare).

Un seul échantillon se rapportant très bien au type de d'Orbigny, et non au *Peltoceras transversarium* que je n'ai pas récolté à Trept. Je regarde comme distinctes ces deux espèces, que quelques auteurs voudraient réunir.

LYTOCERAS.

Un seul *Lytoceras* recueilli à Trept est rapporté par moi avec doute au *L. polyanchomenum* Gemmellaro.

RHACOPHYLLITES.

Rhacophyllites tortisulcatus d'Orbigny (commun).

Taille petite; mon plus grand exemplaire a 5 centimètres de diamètre. J'ai recueilli souvent dans d'autres gisements des échantillons notablement plus grands.

PHYLLOCERAS.

Phylloceras Manfredi Oppel (très rare).

Un seul individu. Espèce rare partout à ma connaissance.

NAUTILES.

Nautilus aganiticus Schlotheim (rare).

BÉLEMNITES.

Belemnites hastatus Blainville (commun).

Grands et beaux exemplaires.

Belemnites unicanaliculatus Zieten (commun).

» *Sauvanausi* d'Orbigny (assez rare).

» *Duvali* d'Orbigny (assez rare).

» *Coquandi* d'Orbigny (assez rare).

GASTÉROPODES.

Pleurotomaria Münsteri? Rømer.

» *sp.* (assez commun).

Moules calcaires ne se prêtant pas à une détermination rigoureuse.

LAMELLIBRANCHES.

- Pholadomya acuminata* Zieten (rare).
Myoconcha sp. (rare).
Thracia depressa Morris (assez commun).
Lima Escheri Mæsch (rare).

BRACHIOPODES.

Les gisements riches en brachiopodes offrant des échantillons par centaines, on peut estimer que Trept est d'une pauvreté relative. Cependant, il est possible d'y récolter un certain nombre d'individus, surtout des rhynchonelles.

- Rhynchonella arolica* (Opperl commun).
 » *lacunosa* Opperl (assez commun).
Megerlea orbis Quenstedt (commun).
 » *pectunculus* Schlotheim (assez rare).
Waldheimia Mæschii Mayer (assez rare).
Terebratulula bisuffarcinata Schlotheim (assez commun).
 » *Stockari* Mæsch (assez commun).
 » *birmensdorfensis* Mæsch (assez commun).
 » *Galliennei* d'Orbigny (rare).

ECHINIDES.

- Cidaris coronata* Goldfuss (Test assez rare; radioles assez fréquents).
Rhabdocidaris maxima Desor (Radioles assez rares).
Hemicidaris sp. (rare).

CRINOIDES.

- Pentacrinus pentagonalis* Goldfuss (rare).
Balanocrinus subteres Goldfuss (rare).

SPONGIAIRES.

Les spongiaires sont extrêmement abondants à Trept. Quelques-uns atteignent une taille énorme; je possède une scyphie du diamètre de 38 centimètres. Malheureusement, les moyens de détermination me manquent. Il y aurait là un champ d'étude assez vaste.

CONCLUSIONS.

Il n'est pas nécessaire d'insister pour conclure que cette faune est exactement celle de Birmensdorf (Argovie), qu'on y retrouve à peu

de chose près toute la liste de fossiles donnée par M. Choffat pour les couches synchroniques du Jura français. Ce qu'on peut signaler de local, c'est une grande richesse en spongiaires, fait qui se reproduit à Saint-Claude, où ces couches ont reçu d'Etallon le nom de Spongien.

La question qui se pose est celle-ci : avons-nous à Trept l'Oxfordien tout entier, ou seulement sa partie supérieure ?

M. Choffat, dans son remarquable ouvrage sur l'Oxfordien du Jura (1878), a donné une solution qui s'applique à Trept, aussi bien qu'aux localités situées un peu plus au nord. Partant de la théorie des faciès, il en tira cette conclusion que les marnes classiques à ammonites pyriteuses et les calcaires à faune de Birmensdorf ne sont pas deux sous-étages coexistant nécessairement partout où il n'y a pas de lacune. Ce sont deux faciès du même âge. Suivant les localités, on a tantôt l'un, tantôt l'autre, tantôt tous les deux à la fois.

Toutes les observations ultérieures, tous les travaux sur le Jura ont pleinement confirmé l'exactitude des vues émises par M. Choffat. A la réunion de 1885, notre savant confrère, appuyé par M. Renevier, a fait remarquer l'absence des marnes au Pontet, près Saint-Claude ; et la Société a reconnu la continuité des assises du Callovien à l'Argovien.

On peut donc ne pas croire la présence des marnes à *Ammonites Renggeri* indispensable dans l'échelle stratigraphique, et estimer qu'à Trept l'Oxfordien est complet. Comment différencier ici des sous-étages ? La stratigraphie ne montre ni discordance ni arrêt de sédimentation. La paléontologie chercherait vainement à définir des niveaux à *Ammonites Lamberti* ou à *Ammonites cordatus*. Je n'ai jamais vu ici la première, et la deuxième ne m'est connue que par un seul exemplaire qui ne vient point des bancs inférieurs. Si les spongiaires sont plus nombreux et plus grands dans les calcaires supérieurs, ils existent dès la base dans les parties les plus marneuses. L'*Aspidoceras perarmatum*, qu'on pourrait croire caractéristique de l'Oxfordien inférieur, se trouve en haut comme en bas. Le *Harpoceras canaliculatum*, il est vrai, ne se rencontre qu'à partir d'une certaine hauteur, fait qui est général dans les gisements oxfordiens ; mais il ne paraît pas possible d'établir une séparation sur la présence ou l'absence d'une seule espèce.

Je conclus donc en voyant à Trept l'Oxfordien entier. Ne pouvant atteindre ici les couches qui le surmontent, j'élargis un peu le cadre de cette note pour m'expliquer sur la manière dont je comprends la limite supérieure de l'étage oxfordien.

J'y rattache encore les couches dites d'Effingen, lorsqu'elles existent (Jura, Mâconnais), ce qui n'est pas le cas à Trept. A ce propos, je suis bien aise de faire une remarque. Lors de la visite de la Société géologique à la Billaude en 1885, les membres qui remontaient le ravin de la Fugemaille, à la suite de M. Girardot, éprouvèrent quelque étonnement lorsque notre guide nous montra au-dessus des assises marno-calcaires qui surmontent les couches de Birmensdorf une petite couche argileuse remplie d'ammonites pyriteuses de très petite taille. L'observation ne donna pas lieu à une discussion approfondie; mais on trouva cette récurrence assez extraordinaire pour l'attribuer, peut-être, à un accident local.

Je crois que le fait est assez fréquent; il a été signalé par M. Boyer aux environs de Brénod, et je puis dire que je l'ai constaté moi-même, et là, et sur d'autres points du Jura méridional, assez loin de la Billaude, par conséquent. Les calcaires marneux, dits d'Effingen, contenant de grandes ammonites, sont recouverts par des marnes peu épaisses avec ammonites minuscules. On y reconnaît la plupart des espèces inférieures et deux ou trois nouvelles. Ainsi, les couches d'Effingen forment un tout indivisible avec ce qui les précède. Lorsque la série est complète, on ne peut placer la coupure ni au-dessus, ni au-dessous des couches de Birmensdorf; c'est au-dessus du deuxième niveau d'ammonites pyriteuses qu'elle doit être reportée.

Faut-il aller plus loin dans la voie qui consiste à agrandir l'Oxfordien par en haut? Faut-il, supprimant l'étage rauracien, en revenir au grand étage oxfordien d'Oppel, où il rangeait toutes les strates comprises entre le Callovien et l'Astartien? Alors, toutes les subdivisions de cet étage ne seraient que des faciès locaux ne se prêtant pas à des parallélismes partiels. A l'appui de ce système, M. Ernest Favre a insisté sur l'impossibilité de séparer dans les Alpes suisses les couches à *Ammonites bimammatus* de celles à *Ammonites transversarius*; M. Bertrand, en décrivant les environs de Gray, a signalé également la difficulté de fixer la limite entre l'Oxfordien et le Rauracien.

Cette classification fait de l'étage oxfordien quelque chose d'énorme. Son seul avantage serait d'avoir en haut comme en bas des limites incontestées. Je crois pourtant que beaucoup de géologues tiennent à un étage intermédiaire entre le Kimméridgien et l'Oxfordien. En faisant finir celui-ci avec les couches d'Effingen, il reste, pour constituer l'étage que je préfère appeler *Rauracien*, les couches du Geissberg et le niveau de l'*Ammonites bimammatus*. Ici, je me sépare de M. Choffat qui place encore les couches du

Geissberg dans l'Oxfordien ; si leur limite inférieure est parfois un peu indécise, puisque les myacées commencent à envahir l'horizon d'Effingen, à combien d'autres étages ne peut-on pas appliquer la même observation !

Il est une autre proposition sur laquelle je dois exprimer mon avis, c'est celle de M. Douvillé, qui consisterait à réunir au Rauracien le niveau de l'*Ammonites canaliculatus*. Cette opinion m'a paru d'abord très séduisante ; elle est excellente peut-être pour le bassin de Paris. Son défaut est d'être inapplicable au bassin méditerranéen. M. Choffat, dans le Jura, a reconnu la nécessité de joindre les couches de Birmensdorf aux marnes oxfordiennes. A Trept, je constate l'unité de l'Oxfordien, tel qu'il est généralement compris. On ne peut vraiment pas conclure de l'apparition de l'*Ammonites canaliculatus* à un changement d'étage. S'il y a des inconvénients à agrandir l'Oxfordien dans de trop vastes proportions, il y en a également à le réduire outre mesure. Dans le Jura, le Rauracien serait gigantesque et l'Oxfordien minuscule, si l'on plaçait la limite au-dessus des marnes. A Trept on courrait le risque de n'avoir plus d'Oxfordien.

En résumé, la station de Trept présente la plus grande analogie avec celle de Birmensdorf, et doit être considérée comme un type remarquable et complet de l'Oxfordien. Les spongiaires y sont beaucoup plus nombreux qu'à Birmensdorf ; les brachiopodes, les échinides surtout, le sont moins. Dans les deux gisements, les Ammonitidés dominant, comme nombre d'espèces et d'individus, au point de former les trois quarts et plus de la faune.

Je n'ose faire avec la Souabe des comparaisons fondées sur mes observations personnelles ; ma visite au Lochen a été trop rapide et date de trop loin. Il est connu du reste que les couches α et β (portion au moins) du Jura blanc de Quenstedt représentent le niveau de Birmensdorf, et par conséquent celui de Trept. Mais je puis citer un gisement identique à celui que j'ai décrit, dont la ressemblance m'a extrêmement frappé à cause de la distance, c'est celui de Krzeszowice, près de Cracovie. J'ai eu le plaisir de visiter cette localité en compagnie de notre confrère M. Fallot, grâce à l'obligeance de M. le professeur Szajnocha. L'aspect de la roche et l'identité des espèces font que les échantillons se confondraient avec ceux de Trept si on les mélangeait. Là, comme à Trept, il y a prédominance de *Perisphinctes* : j'ai recueilli en peu d'instants *Perisphinctes plicatilis*, variétés A et C (celle-ci particulièrement bien caractérisée), *P. Martelli*, *P. convolutus*, *P. birmensdorfensis*, *P. Tiziani*, etc., *Aspidoceras perarmatum*, *Haploceras Erato*. En

rattachant à travers l'Allemagne cette station à celles du Jura suisse et du Jura français, on peut conclure que pendant la période jurassique moyenne, il existait une Méditerranée très étendue, où sur des vastes espaces, se sont formés des dépôts pélagiques notablement différents de ceux du bassin anglo-parisien.

OBSERVATIONS SUR LES TERRAINS SECONDAIRES
& LES TERRAINS PRIMAIRES DES CORBIÈRES (1)

par M. **Joseph ROUSSEL**

Dans ses *Notes sur les couches dites triasiques des environs de Sougraigne* (2) et sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans les Pyrénées de l'Aude (3), M. Carez est arrivé à des conclusions que je ne puis admettre dans leur ensemble, parce qu'elles sont contraires à mes observations. Celles-ci étaient terminées dès l'année 1889, avant la publication des notes de M. Carez; mais elles ne sont pas moins pleines d'actualité. Je les aurais communiquées à la Société depuis longtemps déjà si j'avais pu faire plus tôt l'étude de mes fossiles. Ces observations étant nombreuses, je me contenterai d'un rapide exposé. Je serai précis, toutefois, dans l'indication de certains gisements fossilifères dont l'importance n'échappera à personne.

CRÉTACÉ DU BÉZU

Dans mon mémoire sur le Crétacé des Petites Pyrénées et des Corbières (4), j'ai signalé à Cugurou et dans les environs du Bézu, un pli anticlinal que j'ai figuré dans les coupes 33, 34 et 35 de la planche II. Ce pli est facile à reconnaître à Cugurou et dans le ruisseau de la Blanque, au dessous de Lauzadel. Cependant, M. Carez ne l'a pas admis, et suppose là une faille qui se prolongerait jusqu'au pic de Bugarach, et que j'aurais représentée moi-même dans les coupes 36 et 37. Je dois déclarer d'abord qu'en explorant, pour la première fois, en 1885, la région du Bézu, j'ai observé, en ce lieu, un phénomène que je n'ai pu m'expliquer d'abord, et dont les coupes du mémoire de 1887, quoique d'une exactitude presque absolue, ne rendent pas compte, et pour cause. Ce n'est pas une faille qui existe à Saint-Férial et au Bézu; mais un phénomène de transgressivité. C'est ce que j'ai reconnu en suivant, pas à pas, l'arête rocailleuse qui s'étend, sans discontinuité, depuis le col de la Croix Saint-Simon, près de Nébias, jusqu'aux environs du pic de Bugarach. J'ai vu les assises du Crétacé supérieur se recouvrir les

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 15 décembre 1890.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVII, p. 372.

(3) *Bulletin des services de la carte géologique de France*, N^o 3, septembre 1889.

(4) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XV, p. 601.

unes les autres, à plusieurs reprises, en s'avancant plus ou moins sur les couches de l'Infracrétacé à *Ostrea aquila*, et lorsque les premières disparaissent par dénudation, on aperçoit au-dessous les dernières, partiellement mises à nu. A l'est du Bézu, la transgressivité est moins grande et le pli de Cugurou devient apparent, ainsi que le représente la figure 35 du mémoire précité, laquelle passe près de la ferme de Jacotte (Bézu). A Cugurou, la transgressivité n'existe plus (fig. 33).

La faille admise par M. Carez n'explique pas ces phénomènes et produit, au contraire, une certaine confusion. Par exemple, au Bézu, notre confrère a placé la faille fort loin, au nord du hameau, au milieu des marnes bleues, pour qu'elle garde, sans doute, une direction rectiligne, et il attribue, en conséquence, à l'Infracrétacé, l'arête de calcaire qui domine ce hameau du côté nord et les marnes qui viennent à la suite (couches 1^a et 2^a, de la figure 6 du mémoire de M. Carez). Or, l'arête rocailleuse et les marnes 1^a et 2^a appartiennent non à l'Infracrétacé, mais au Sénonien : je vais en donner la preuve. En étudiant le calcaire 2^a, j'ai aperçu, au Bézu, quelques traces de fossiles, ce qui m'a engagé à suivre la couche, et bientôt, en vue de Cayrot (Bézu), j'ai recueilli : *Ostrea proboscidea*, *Janira quadricostata* et *Rhynchonella petrocoriensis*. Quelques pas plus loin, la couche franchit le ruisseau de Granes, et l'on arrive aussitôt, en la suivant, à la route de Saint-Just. Au delà, le calcaire forme un grand escarpement où j'ai trouvé de nombreux hippurites et autres rudistes qui sont représentés dans ma collection.

Les calcaires marneux 1^a, qui viennent à la suite, sont caractérisés par *Micraster brevis*, *Micraster Heberti*, et *Spondylus spinosus*. Ces fossiles existent au cimetière du Bézu ; mais l'endroit où ils sont le plus abondants et le mieux caractérisés est situé à une centaine de mètres à l'ouest du cimetière, au contact des calcaires 2^a et près de quatre ou cinq jeunes hêtres. Je possède plusieurs *Micraster* qui viennent de ce point.

Bref, la série sédimentaire du Bézu est disposée comme le représente la figure ci-dessous et elle est composée ainsi qu'il suit :

ALBIEN. — Al de la figure 1. Marnes noires, à *Ostrea aquila*, rouges par endroits dans la partie inférieure et renfermant alors du gypse et des cristaux de quartz bipyramidés.

Ces marnes englobent deux grosses lentilles de calcaire corallien dont la supérieure contient, dans le lieu de la coupe, les fossiles ordinaires des calcaires construits de l'Infracrétacé tels que *Térébratules*, *Térébratelles*, *Rhynchonelles*, radioles de *Cidaris pyrenaica*, *Orbitolines*, etc.

CÉNOMANIEN. — C₁ et C₂. Calcaire marneux.
 — Calcaire et grès à orbitolines.

SÉNONIEN INFÉRIEUR. — S₁. Calcaire à *Ostrea proboscidea*, *Janira quadricostata* et *Rhynchonella petrocoriensis*.

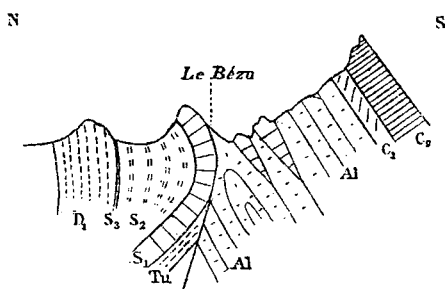
SÉNONIEN MOYEN. — S₂. Calcaire marneux et marnes à *Micraster brevis* et *Micraster Heberti*, *Spondylus spinosus*.

SÉNONIEN SUPÉRIEUR. — S₃. Marnes bleues.

MAESTRICHTIEN. — D₂. Grès.

Les assises sénoniennes S₂ et S₃ renferment, de même que les

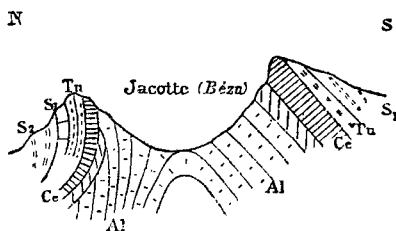
Fig. 1.



albiennes, des parties rouges avec gypse et cristaux de quartz bipyramidés.

A l'est du Bézu, le pli de Cugurou se dégage. C'est ce que montre la figure 2, qui passe à trois ou quatre cents mètres à l'est du hameau, près de la ferme de Jacotte.

Fig. 2

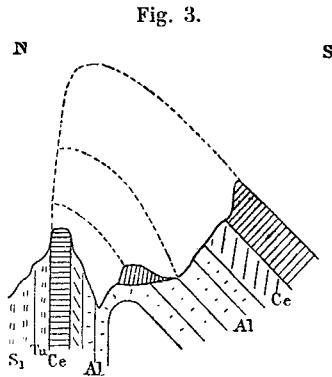


Au delà de Jacotte, les calcaires coralliens Al ne forment plus qu'une trainée rocailleuse, et les marnes qui les englobent

deviennent assez fossilifères pour qu'en certains points les turritelles couvrent le sol. J'y ai recueilli, entre autres fossiles :

<i>Nautilus radiatus</i> Sow.	<i>Cardium hillanum</i> Sow.
<i>Ammonites Millelianus</i> d'Orb.	<i>Nucula bivirgata</i> Fitt.
<i>Turritella Vibrayeana</i> d'Orb.	<i>Trigonia aliformis</i> Parkin.
<i>Cardita tenuicostata</i> Fitton.	<i>Ostrea aquila</i> d'Orb.

Entre Tricoire et les Sabouraux, une partie des couches Cénomaniennes C_e , de l'aile nord, s'est abattue sur les couches albiennes, déjà fortement dénudées, ainsi que le représente la figure 3.



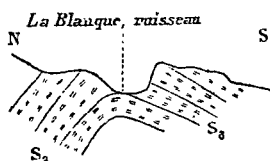
Ces assises cénomaniennes sont formées par des calcaires, des conglomérats siliceux et calcaires, des grès graveleux. Dans l'aile nord, sur le sentier de Cugurou à Bugarach, et près du ruisseau de la Blanque, elles renferment un banc de *Requienia carinata* d'Orb., au-dessus duquel est un lit d'hippurites appartenant à l'étage T_u . Dans l'aile sud, on y trouve, entre autres fossiles, le *Discoidea subuculus*, l'*Holaster lævis* et l'*Holaster subglobosus*, ainsi que des *Orbitolina concava*, grandes parfois comme une pièce de deux francs. Les échinides sont dans la Coume-du-Bec, sur le chemin de Saint-Louis, entre le Bec et les Escudières. Les *Orbitolina concava* sont près de cette dernière ferme, dans l'endroit où commence le ruisseau du Bec. J'en ai trouvé aussi, et en grand nombre, sur le chemin du Bézu et de Tricoire à Parahou-le-Grand, au point où le sentier coupe l'escarpement C_e .

Entre les Sabouraux et le pic de Bugarach, les assises albiennes et, à la suite, les cénomaniennes et les sénoniennes se raccordent et s'emboîtent de manière à former une voûte dont l'étude est facile dans le ruisseau de la Blanque, qui l'a fracturée obliquement.

En remontant ce ruisseau, après avoir franchi la dernière cascade, on rencontre une pierre tumulaire élevée à la mémoire d'un

inconnu mort en ce lieu. Cette pierre est au bord d'un précipice et au coin d'un jardinet; auprès est une cabane, et non loin, au sud-est, on aperçoit Lauzadel, si l'on s'éloigne quelque peu du ravin. Ce point est très important, car il est au pied du pic de Bugarach, au centre de la voûte (fig. 4), là où plusieurs géologues ont cru voir

Fig. 4.



une très grande faille qui ferait reparaitre l'Infracrétacé. Or, qu'y trouve-t-on ? Un banc d'*Acteonella gigantea* avec *Acteonella laevis*, *Nerinea Pailleteana* et *Janira quadricostata*; les *Acteonella* sont si nombreuses qu'on s'en est servi pour empierrer le sentier. Aucune faille n'existe donc en ce point.

J'ai dit plus haut que les assises sénoniennes du Bézu renferment du gypse, de même que celles de l'Albien. Le fait est certain. A partir de la ferme de Sainte-Eugénie, située sur les bords du ruisseau de Bec, jusqu'à celle de Jacotte (Bézu), sur une longueur d'une lieue et une largeur d'un quart de lieue, on aperçoit çà et là des taches rouges dans tous les terrains indistinctement (Albien, Cénomaniens, Turonien, Sénonien). Or, dans ces taches, les marnes renferment presque toujours du gypse et des cristaux de quartz bipyramidés. J'en ai trouvé ainsi dans la couche et à l'endroit même où j'ai recueilli, au Bézu, les *Micraster brevis* et les *Micraster Heberti* dont j'ai parlé plus haut, tout aussi bien que dans l'Albien de Jacotte. Le gypse, le quartz et les taches rouges sont d'origine métamorphique. Dans cette région devaient exister des dégagements de gaz sulfurés : naguère encore, il y avait là une source qui a laissé un calcaire concrétionné pétri d'empreintes végétales dont l'affleurement est sur le chemin du Bézu à la route de Saint-Just, à quelques pas de la ferme de Cayrat.

Donc, en résumé, ce n'est pas une faille qui existe entre le Bézu et le pic de Bugarach, mais un pli anticlinal partiellement caché au Bézu par la transgressivité.

Le gypse, dans cette région, est dans les marnes du Sénonien comme dans celles de l'Albien,

CALCAIRES DU SÉNONIEN SUPÉRIEUR ET DU MAESTRICHTIEN

Dans le Sénonien supérieur et le Maestrichtien des Corbières se trouvent des calcaires qui ont donné lieu à de fâcheuses confusions. D'Archiac en a rapporté quelques-uns à l'Infracrétacé et M. Carez y a vu des phénomènes de recouvrement qui n'existent pas, attendu que ces calcaires appartiennent au Crétacé supérieur et non à l'inférieur. L'illusion est possible pourtant, car plusieurs ont le *faciès* des calcaires de l'Aptien et renferment des orbitolines ; mais ils contiennent aussi des hippurites et des caprinules et passent par degrés aux marnes et aux grès du Sénonien, ainsi que je vais le montrer.

Ces calcaires forment une série de buttes que j'ai pu suivre, à plusieurs reprises, depuis Saint-Louis jusqu'à Padern.

A Saint-Louis, l'assise qui y correspond est formée de marnes et de grès et vient au-dessus des marnes et des conglomérats quartzeux à *Rhynchonella difformis*, *Trigonia limbata*, *Ostrea frons*, *Acteonella gigantea*, *Acteonella laevis*, *Acteonella Baylei*, etc.

Elle renferme de grosses caprinules (j'en ai trouvé deux exemplaires bien conservés, dont l'un est dans ma collection et l'autre, de très grande taille, est resté à Saint-Louis).

A Parahou-le-Grand, en suivant le sentier de Caudiès, j'ai aperçu, dans les grès, des Orbitolines très coniques, semblables à celles qui sont plus bas, dans le Cénomaniens.

A Lauzadel, près du coude que fait en ce lieu le chemin de Saint-Louis à Bugarach, existe une importante butte de grès lignitifère, et çà et là gisent des blocs de calcaire pétris de caprinules.

A partir de ce point, les couches changent de direction pour se porter vers le nord et contourner, *sans faille*, le pic de Bugarach. En les suivant, on voit les lentilles de calcaire se substituer aux lentilles de grès, et l'une d'elles buter contre la dolomie du pic, au point où celui-ci émet une sorte de promontoire du côté nord-ouest. Ce calcaire est pétri de caprinules, et *dans les marnes englobantes*, j'ai recueilli des *Orbitolines coniques*, un *Rhynchonella* et un *Salenia* ou un *Peltastes* dont le péripacte est engagé dans la roche.

A la partie septentrionale du pic s'étend, sur les marnes, une nappe de calcaire qui, par endroits, passe à la brèche, et où j'ai aperçu quelques orbitolines. Ce calcaire plonge au nord, tandis que les marnes pendent au sud. En poussant mes recherches jusque dans les bois et les broussailles de la partie nord-est du pic, j'ai

reconnu que le calcaire est séparé des dolomies de ce pic par des marnes sénoniennes, qui s'élèvent très haut en s'adossant aux dolomies. Celles-ci s'enfoncent profondément dans les marnes. Le calcaire avait primitivement la même pente que ces dernières et s'y superposait; mais ces marnes ayant été dénudées du côté nord, tandis que les dolomies offraient, en arrière, un appui résistant, le calcaire s'est renversé et a glissé sur la tête des assises marneuses, en les recouvrant. (Voir, plus loin, la figure 5).

Du haut du pic, j'ai aperçu, à l'est, dans la direction de la Bastide, plusieurs autres lentilles qui se sont déplacées, de même, partiellement, en glissant comme la précédente.

Le calcaire du pic de Chalabre, contrairement à ce que j'avais pensé d'abord, est sénonien, et s'appuie, à une grande altitude, contre les formations jurassiques. Celui-ci est en place.

Au-delà de la Bastide, on rencontre la première butte de Camps, sise au milieu de la vallée, allongée de l'ouest à l'est, escarpée de toutes parts comme une forteresse, excepté du côté sud. Ses calcaires ont la même pente que les marnes qui l'englobaient primitivement, mais dont elle est aujourd'hui partiellement isolée par dénudation. Ces calcaires sont pétris d'*hippurites* et de *radiolites*, surtout du côté nord et du côté du sud-est.

La butte sur laquelle le village de Camps est bâti est moins escarpée et renferme aussi des hippurites. Ses calcaires passent par degrés aux marnes adjacentes, notamment dans la partie orientale.

Sur la rive droite du ruisseau de Camps existent d'autres calcaires dont les assises inférieures contiennent aussi des hippurites et passent aux marnes. En certains points, ils présentent un clivage tel qu'on les dirait composés de couches verticales de direction nord-sud.

A quelques pas plus loin est la grande lentille qui est fracturée par l'Agly et dont les couches pendent fortement au sud, comme les marnes, et renferment des hippurites, notamment au point culminant.

Au delà de Cubières, on en trouve trois ou quatre autres, dont les assises sont manifestement interposées dans les marnes à *Micraster brevis*.

Puis vient la grande lentille qui porte les ruines du château de Peyrepertuse, dans les environs de Duillac : c'est la plus importante de toutes. Au bord occidental, ses strates s'enfoncent profondément dans les marnes à la manière d'un coin et apparaissent coudées par l'effet d'un clivage analogue à celui

que j'ai signalé dans les calcaires de Camps. Ces couches sont pétries de fossiles dans la partie médiane du versant sud. C'est là que j'ai rencontré, en 1885, les premières caprinules de cet horizon ; j'en ai aperçu un exemplaire qui n'avait pas moins d'un mètre de long. Avec cela existent des rhynchonelles, des huîtres plissées (*Ostrea frons* probablement), etc.

Enfin, à la suite se dressent, un peu plus haut dans la série, les buttes de Duillac et de Cucugnan, et une foule d'autres qu'on peut suivre jusqu'à Padern et dont les calcaires s'interposent dans les marnes.

Tous les calcaires des Corbières qui se présentent sous forme de buttes dans le Sénonien et le Maestrichtien appartiennent donc à ces terrains. Si quelques-uns sont escarpés et comme isolés, c'est qu'ils ont été dénudés ou qu'ils ne sont plus en place. Ils ont des orbitolines très coniques, qu'on retrouve aussi dans les marnes et les grès du même horizon, et, en outre, des hippurites et des caprinules, qui existent également dans les marnes de même âge, à Saint-Louis. Ces calcaires correspondent à ceux des marnes bleues de Sougraigne et à ceux du Crétacé supérieur des Pyrénées de l'Ariège et de la Haute-Garonne. Ces derniers renferment, du reste, comme les précédentes, des orbitolines, des hippurites, des radiolites et, en outre, des réquiénies (1).

FORMATIONS PRIMAIRES DU PIC DE BUGARACH.

Dans mon mémoire de 1887, j'ai rapporté au Primaire la formation du pic de Bugarach. Or, les observations que j'ai faites depuis n'ont fait que me confirmer dans mon opinion.

D'abord, il me paraît évident, contrairement à ce que pense M. Carez, que les assises sénoniennes ne passent pas sous le pic. J'ai pu suivre en effet quelques-unes d'entre elles, l'assise à Caprinules et à Orbitolines, par exemple, depuis Saint-Louis jusqu'au nord du pic et au delà. Or, à Lauzadel, je les ai vues changer de direction et se porter vers le nord pour contourner le pic. Si elles passaient au-dessous, elles auraient une direction rectiligne et non sinueuse ; elles disparaîtraient sous les formations anciennes pour reparaître plus loin ; or, cela n'a pas lieu, puisque j'ai pu les suivre, je le répète, en contournant ces formations.

Du reste, du côté nord, les marnes et les calcaires sénoniens

(1) Ces réquiénies existent dans l'assise à *Exogyra pyrenaica* de Lasserre (Ariège).

s'élèvent presque jusqu'au sommet du pic, et là, la dolomie plonge profondément dans la masse des couches récentes, ainsi que je l'ai dit plus haut. Il est possible, toutefois, qu'en quelques points cette dolomie soit en surplomb sur les marnes; car, pendant que celles-ci se formaient, le pic servait de falaise et la mer sénonienne a dû le fouiller fortement.

Comme cette falaise, de même que la chaîne de Saint-Antoine-de-Galamus, était en voie d'affaissement, elle a été partiellement immergée vers la fin de l'ère secondaire, et voilà pourquoi certains calcaires à orbitolines maestrichtiens s'élèvent jusqu'au faite de la montagne.

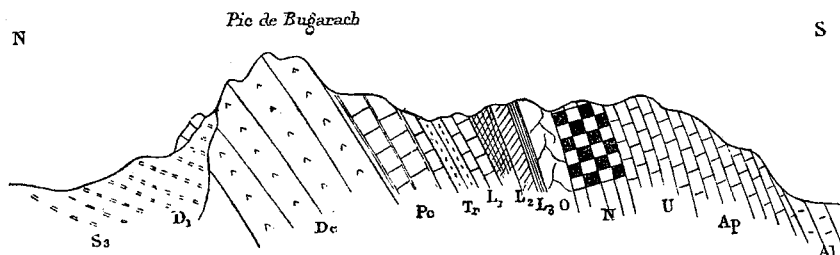
M. Carez a attribué au Sénonien les marnes de Campeau situées au sud du pic; d'après moi, ces marnes appartiennent au Trias de la chaîne de Saint-Antoine, où il existe depuis le col de Saint-Louis jusqu'à Tuchan.

D'ailleurs, ces formations ne sont pas de vraies marnes, car la plupart ne font pas effervescence avec les acides; mais des schistes irisés de rouge, de vert et de noir.

M. Carez a rapporté la dolomie du pic au Jurassique parce qu'il a aperçu plus loin, vers le sud, la vraie dolomie jurassique de la chaîne de Saint-Antoine. Moi aussi, j'avais aperçu celle-ci, et je l'ai figurée dans toutes mes coupes; mais j'avais constaté, entre autres choses, que cette dernière n'a qu'une épaisseur moyenne de soixante mètres, tandis que l'autre en a plus de mille. Dans les Pyrénées, les dolomies primaires seules peuvent atteindre une puissance aussi grande.

Voici la coupe du pic telle qu'elle résulte de l'observation du bord occidental, où la pente des couches est visible (fig. 5).

Fig. 5.



DÉVONIEN. — D_c de la coupe 5. Dolomie de couleur noire qui constitue la masse principale du pic, et dont l'épaisseur est d'environ 700 mètres. On la coupe jusqu'au ravin qu'on trouve à la montée de Campeau; ensuite on trouve :

PERMO-CARBONIFÈRE. — P_c. Gros banc de calcaire dolomitique gris clair, alternant avec quelques minces lits de schistes irisés, visibles dans le lit du ravin dont il vient d'être question et au delà. — Ensemble, 400 mètres.

Les deux formations précédentes constituent seules le terrain primaire. A la partie supérieure, elles sont nettement divisées en gros bancs de calcaire qui pendent au sud d'environ 45° et plongent sous les formations secondaires.

TRIAS. — T_r. Calschistes irisés de rouge, de vert et de noir avec lentilles de cargneule. Ce sont ces couches que M. Carez attribue au Sénonien ; mais la dolomie cargneuleuse qu'elles englobent, la couleur irisée et le *faciès* des calschistes ne permettent pas cette assimilation. On peut les suivre depuis le col où passe le chemin de Campeau jusqu'aux Roubis et au delà.

LIAS INFÉRIEUR. — L₁. Calcaire en plaquettes.
— Cargneule passant à la brèche.

LIAS MOYEN. — L₂. Calcaire coloré en jaune rougeâtre, par l'oxyde de fer, avec fossiles du Lias moyen.

LIAS SUPÉRIEUR. — L₃. Marnes noires.

JURASSIQUE MOYEN et JURASSIQUE SUPÉRIEUR. — O. Dolomie noire fétide, 60 m.

NÉOCOMIEN, URGONIEN. — N_e, U. Calcaire bréchoïde.
— Calcaire à Réquiénies.

APTIEN. — Ap. Calcaire à Orbitolines avec quelques lits marneux.

ALBIEN. — Al. Marnes noires esquilleuses à *Ammonites Mayo-rianus*.

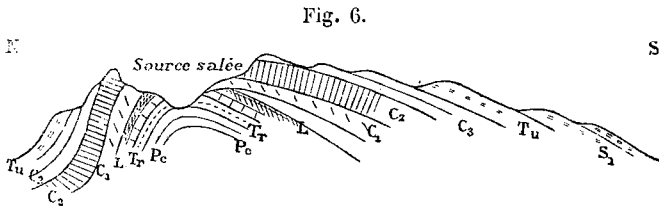
La masse principale du pic de Bugarach se compose donc de dolomies et de calcaires qui plongent sous le Trias et le Jurassique : c'est pour ce motif que je les rapporte au Primaire.

LE TRIAS, LE JURASSIQUE ET LE CÉNOMANIEN DE LA RÉGION DE SOUGRAIGNE ET DE PADERN.

En 1888, j'ai eu l'occasion d'étudier de nouveau les couches entre Sougraigne et Padern. J'y ai retrouvé partout le vrai Trias et le Jurassique, que personne n'y avait encore signalés, et je me suis définitivement assuré que toutes les marnes gypsifères de cette région appartiennent au Cénomaniens inférieur. Plusieurs géologues avaient déjà attribué au Trias la partie de ces dernières qui sont à la Source Salée, lorsqu'en 1889, M. Carez les a rapportées au Crétacé

inférieur, avec celles du Bézou. J'avais pourtant indiqué, dès 1887, qu'elles sont cénomaniennes, parce qu'elles renferment, à Padern, les fossiles de cet âge; mais M. Carez a objecté que Padern est à 20 kilomètres de la Source Salée, ce qui est vrai. Cela n'empêche pas, et je vais le montrer, que les marnes gypsifères de la Source Salée ne constituent qu'une seule et même assise avec celles de Padern, attendu qu'elles se prolongent en droite ligne d'un point à l'autre, sans interruption, en conservant les mêmes caractères. Nous verrons, en outre, qu'elles sont partout nettement distinctes du vrai Trias et que le Crétacé inférieur n'est nulle part représenté, ainsi que je l'avais déjà affirmé en 1887.

Voici d'abord la composition de la série sédimentaire de la Source Salée, telle qu'elle résulte de mes dernières observations. Là, les couches forment une voûte rompue dans laquelle on observe, de part et d'autre, (fig. 6) :



PERMO-CARBONIFÈRE. — P_c de la coupe 6. Poudingue à galets de schiste, de grauwacke, de phthanite, visible dans le lit de la Rivière salée, près du point où celle-ci coupe la barre des calcaires secondaires de l'aile nord.

— Schistes noirs, superposés aux poudingues précédents.

TRIAS. — T_r . Grès graveleux passant par endroits au poudingue siliceux, avec parties rouges et vertes, superposés aux schistes du Carbonifère, et visibles dans le lit de la Rivière salée.

JURASSIQUE INFÉRIEUR. — L . Dolomie noire, ayant un ou deux mètres d'épaisseur, et affleurant, comme le précédent, dans le lit de la rivière, au-dessous du rapide qui est sous la maison de garde.

C'est tout ce qui existe en ce lieu pour représenter le Jurassique. Les autres assises sont en retrait du côté sud, et elles sont recouvertes transgressivement par le Cénomaniens.

CÉNOMANIEN INFÉRIEUR. — C_1 . Marnes, rouges ou vertes par endroits, et, dans ce cas, renfermant du gypse et des cristaux de quartz bipyramidés; passant fréquemment au grès par transformation latérale. Épaisseur moyenne, 8 mètres.

A la Source Salée, cette assise n'est séparée du vrai Trias que par une mince couche de dolomie; aussi serait-il difficile de l'en distinguer si l'on n'étudiait la série en d'autres points. Là, non plus, rien n'indique qu'elle représente le Cénomaniens inférieur plutôt que l'Infracrétacé; mais à Padern, il n'en est pas ainsi.

CÉNOMANIEN MOYEN. — C₂. Calcaire gris clair ou jaunâtre très fossilifère, qu'il faut étudier au point où la Rivière salée coupe l'aile nord. C'est de là que d'Orbigny a tiré le type de son *Requienia carinata*. On y trouve ce *Requienia* associé au *Caprinula Boysii* d'Orb. et à d'autres fossiles, dont les principaux sont :

<i>Requienia carentonensis</i> d'Orb.	<i>Nerinea Pailleteana</i> d'Orb.
<i>Caprotina semistriata</i> d'Orb.	<i>Nerinea subæqualis</i> d'Orb.
<i>Horiopleura Lamberti</i> Munier-Chalmas.	<i>Pyramidella canaliculata</i> d'Orb.
<i>Monopleura</i> , voisin de <i>Monopleura Sanctæ-Crucis</i> Munier-Chalmas.	<i>Turritella Vibræyeanà</i> d'Orb.
	<i>Cyclolites</i> , etc., etc.

Dans l'aile sud, au col de Capéla, l'*Orbitolina concava* et l'*Orbitolina conica* s'ajoutent aux Caprinules, aux Réquiénies et aux Nérinées.

Cette importante couche existe partout entre Sougraigne et Padern, et reste caractérisée de la même manière, avec cette différence, que les Réquiénies disparaissent le plus souvent, de sorte que les Caprinules restent seules.

CÉNOMANIEN SUPÉRIEUR. — C³. Marnes, grès et calcaire jaunâtre, avec *Ostrea columba*, *Ostrea flabella*, *Ostrea carinata*, *Janira quinquecostata*, *Cerithium Guerangeri*, etc.

Dans l'aile sud, on y retrouve presque partout un lit à Nérinées, et au-dessus vient un horizon à Echinides où j'ai trouvé, en suivant les couches, à l'est de la Source Salée, *Hemiaster cenomanensis* Cotteau, var., *Pseudodiadema tenue* Desor., *Holactypus*, etc.

A la suite sont le Turonien, T_u, le Sénonien, S₁, et le Maestrichtien.

Nous venons de voir qu'à la Source Salée, le Trias, le Jurassique et le Cénomaniens inférieur sont mal séparés; mais, en suivant les couches, nous pourrions nous assurer qu'il n'en est pas partout ainsi.

En se dirigeant d'abord vers le Nord, on observe, à Bournou, à Lauzadel, à Peyranis, que l'assise à Caprinules se superpose aux schistes et aux grauwackes carbonifères par l'intermédiaire de l'assise marneuse C₄. Là, la transgressivité est plus accusée qu'à la

Source Salée, car on ne retrouve ni le Jurassique ni le Trias (1).

Du côté de l'Est, aux sources de l'Orbien, sur le parallèle même de la Source Salée, la série est à peu près la même qu'en ce dernier point. Pour voir ce qui est à la suite du Primaire et du Trias, il faut aller au sud et chercher des lieux où l'érosion ait emporté le Cénomanién.

L'un de ces endroits est situé dans les environs d'Auduy, aux sources du ruisseau qui passe à Cubières. Là, à partir du point où commence le plus occidental des deux cours d'eau qui le forment j'ai observé :

PERMO-CARBONIFÈRE. — Schistes noirs et poudingue dont le ciment est siliceux et les galets quartzeux ou schisteux.

TRIAS. — Poudingue à ciment calcaire et jaune fauve et à fragments dont les uns sont calcaires et les autres siliceux. 10 mètres.

Lit de marnes rouges. 1 mètre.

LIAS INFÉRIEUR. — Marnes noires ou légèrement irisées, alternant avec des dalles d'un calcaire jaunâtre, passant à la dolomie.

— Dolomie. 8 mètres.

LIAS MOYEN et LIAS SUPÉRIEUR. — Marnes feuilletées, noires ou jaunâtres, à dendrites, alternant avec des calcaires de même couleur. 20 mètres.

JURASSIQUE MOYEN et JURASSIQUE SUPÉRIEUR. — Dolomie noire et fétide, formant de beaux escarpements près de la ferme des Baillesats. 40 mètres.

CÉNOMANIEN INFÉRIEUR. — Au-dessus, on retrouve, formé de marnes noires ou rouges, d'argiles et de gypse, avec cristaux de

(1) En s'avancant plus loin encore dans la direction du Nord, on trouve, dans les environs d'Arques, sur le chemin de Fourton, et sur les bords du ruisseau de Réalses, au point où le sentier s'engage dans la montagne :

Permo Carbonifère. — Schistes noirs avec lentilles de calcaire.

— Grès fortement graveleux et grauwaacke, alternant avec des schistes rouges ou irisés et des poudingues siliceux.

Cénomanién. — Marnes rouges par endroits.

— Calcaire à *Caprinula Boyssii*.

— Grès.

Turonien. — Calcaire à hippurites.

Sénonien — Calcaire et grès.

— Grès à *Ostrea proboscidea* et *Janira quadricostata*. Les *Ostrea* sont sur la rive droite du ruisseau.

Maestrichtien. — Grès.

Danien moyen. — Bancs de poudingues calcaires et marnes rouges.

quartz, le sous-étage C_1 , qui se superpose ici au poudingue primaire, là, au calcaire du Lias, ailleurs, à la dolomie jurassique, et se montre partout absolument distinct du Trias, fort bien représenté en ce point. J'ai aperçu un endroit, situé au sommet de la montagne, près d'Auduy, où ce sous-étage est uniquement composé par de l'oxyde de fer avec sphérosidérites.

CÉNOMANIEN MOYEN. — Calcaire à caprinules.

CÉNOMANIEN SUPÉRIEUR. — Calcaire, marnes et grès à *Ostrea flabella* et *Ostrea columba*, etc.

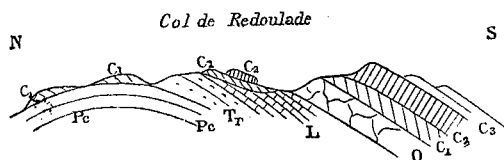
Ces couches affleurent dans le versant sud de l'anticlinal représenté dans la figure 6.

L'examen des lieux prouve que l'érosion avait déjà fortement entamé le Jurassique lors de la formation du Crétacé.

Au delà d'Auduy, dans les environs du pic coté 930 mètres, on voit le Cénomaniens s'étendre en nappes sur la dolomie jurassique et les schistes carbonifères qui sont visibles çà et là, au-dessous, un peu partout.

Au col de Redoulade, les couches sont fortement dénudées, et, sous le Cénomaniens, affleurent en retraite les unes sur les autres (fig. 7) :

Fig. 7.



PERMO-CARBONIFÈRE. — P_c de la figure 7. Schistes noirs, passant à la grauwaacke par endroits, et renfermant alors des empreintes végétales.

TRIAS. — T_r . Conglomérat à ciment calcaire, de couleur jaune fauve, et dont les fragments, roulés ou anguleux, sont les uns calcaires et les autres quartzeux.

LIAS. — L . Marnes et calcaires.

— Calcaire dolomitique en dalles.

— Calcaire marneux feuilleté.

JURASSIQUE MOYEN et JURASSIQUE SUPÉRIEUR. — O . Dolomie noire et fétide.

Sur la tête des terrains précédents est le Cénomaniens dont l'assise inférieure, C_1 , est composée de marnes, le plus souvent rouges, quelquefois vertes ou irisées, avec cristaux de quartz, et les supé-

rieures, C₂, C₃, de calcaires gris-clair à Caprinules et de calcaires marneux avec grès à *Ostrea columba*. Au sud du col, ces assises sont en masses continues ; mais au nord, on n'en trouve que des lambeaux disposés sur la tête des couches du Jurassique, du Trias et du Primaire. Ces lambeaux s'avancent si loin, dans la direction du nord, que j'en ai rencontré un à Montoumet, sur la route de Laroque, au-delà des marnes du Danien qui affleurent à la sortie du bourg. Il est composé de marnes rougeâtres avec cristaux de quartz bipyramidés.

Entre Redoulade et Cèdeillan, sur le versant méridional, la dolomie jurassique apparaît fréquemment, près du sommet de la montagne, sous le Cénomanién dénudé.

En suivant la route de Soulatge à Massac, à partir de Cèdeillan, on trouve la série ainsi composée :

DÉVONIEN. — Dolomie noire, qui se développe en grandes masses au Milobre de Massac et à Dernacueillette.

PERMO-CARBONIFÈRE. — Schistes noirs.

TRIAS. — Conglomérat jaune fauve comme celui des Pyrénées de l'Ariège, à ciment calcaire et à fragments calcaires, schisteux, ou siliceux ; bien caractérisé dans l'avant-dernier ravin qu'on coupe avant d'arriver à Massac.

LIAS. — Calcaire, — brèche et cargneule, — calcaire.

JURASSIQUE MOYEN et SUPÉRIEUR. — Dolomie noire.

CÉNOMANIEN. — Marnes rouges avec gypse, cristaux de quartz et grès verdâtre vacuolaire ; — Calcaire avec des Caprinules qui font saillie dans la roche à Cèdeillan ; — Grès et calcaire marneux : le tout s'avancant sur la tête des couches précédentes fort avant dans le nord.

En allant de Massac à Padern à travers la montagne, j'ai constaté que les assises précédentes gardent partout la même composition, avec cette différence que le Trias change de *faciès* et de composition. Le ciment du conglomérat devient argileux, se colore en rouge, et en outre, des schistes, des argiles, des marnes irisées s'ajoutent ou se substituent au conglomérat.

Arrivé dans les montagnes de Montgaillard, au col où commence le ruisseau qui se jette dans le Torgan à Tistoulet (Padern), j'ai trouvé le Lias moyen et le Lias supérieur pétris de fossiles, et je me suis arrêté pour prendre la coupe suivante :

DÉVONIEN. — Dolomie noire et calcaire dolomitique.

PERMO-CARBONIFÈRE. — Schistes noirs.

TRIAS. — Argiles rouges et schistes irisés, avec couches de grès graveleux et de conglomérat à galets quartzeux et à ciment argileux rouge.

- LIAS INFÉRIEUR. — Calcaire en plaquettes.
 — Brèche calcaire à ciment dolomitique.
 — Dolomie.
 — Calcaire à Térébratules.

LIAS MOYEN. — Calcaire ferrugineux lardé de fossiles dont les principaux sont : *Pecten æquivalvis*, *Gryphæa cymbium*, *Rhynchonella tetraëdra*, *Terebratula punctata*, *Ter. sub-punctata*, *Ter. Jauberti*, *Belemnites*, etc.

LIAS SUPÉRIEUR. — Calcaire marneux à *Ammonites bifrons*.
 — Marnes noires à *Chemnitzia sp.*, *Turbo subduplicatus*, *Nucula Hammeri*, *Læda rostralis*, *Plicatula sp.*, *Thecocyathus macra*.

JURASSIQUE MOYEN et SUPÉRIEUR. — Dolomie noire et fétide.

CÉNOMANIEN. — Grès rouge, se transformant latéralement en calcaires ferrugineux ou en marnes rouges.
 — Calcaire à caprinules.
 — Grès, etc., etc.

En descendant à Padern, on retrouve partout les schistes noirs du Carbonifère, les assises rouges du Trias, les calcaires et les marnes du Lias et la dolomie du Jurassique. Toutefois, cette dernière est fréquemment recouverte par le Cénomanién.

C'est ce qui a lieu, par exemple, au lieu dit Meurs, situé à 4500 mètres environ au nord-ouest de Padern. Là, le Cénomanién s'avance jusqu'à la brèche dolomitique du Lias inférieur, bien caractérisée en cet endroit et sous laquelle se développent les couches du Trias et du Carbonifère. Le Cénomanién est formé, dans sa partie inférieure, par des marnes rouges avec parties noires ou jaunâtres. Les marnes alternent avec de vraies strates de gypse et renferment de nombreux cristaux de quartz bipyramidés. Outre ces couches, il existe des grès verts criblés de vacuoles et des grès fortement graveleux. C'est à Meurs que j'ai trouvé les premiers fossiles de cette assise gypsifère, savoir : *Cerithium perëgrinosum*, *Trigonia spinosa*, *Terebrirostra lyra*, et avec cela de nombreuses Orbitolines et des Polypiers.

Lorsqu'on suit ces marnes jusqu'au Verdoble, on les voit devenir noires par degrés; mais jusque sur les bords de la rivière, on y aperçoit des parties rouges avec cristaux de quartz. Près du

Verdouble, dans la partie inférieure de l'assise, s'interposent des calcaires qui passent aux marnes par transformation latérale et dont quelques-uns sont incrustés de cristaux de quartz.

A Padern, sur la rive droite de la rivière, l'une de ces lentilles, plus grande que les autres, porte les ruines du château. Elle est formée par des calcaires coralliens à *Terebratella Delbosii*, *Cidaris Sorigneti* et Térébratules. Dans le ravin qui traverse la partie orientale du village, on voit ces calcaires passer d'abord à des grès verts et bientôt à des marnes noires. Au-dessus sont des marnes noires et des grès verts, à *Cidaris Sorigneti*, ensuite vient le calcaire à Caprinules qui se transforme aussi, par endroits, en marnes noires et en grès.

Au Grau de Padern, aux marnes noires et aux grès du Cénomanién inférieur s'ajoutent des calcaires jaunâtres noduleux interposés dans les marnes, et le tout renferme, entre autres fossiles :

<i>Hemiasler regulusanus</i> d'Orb.	<i>Discoidea Arizensis</i> Cotteau.
— <i>bufo</i> d'Orb.	<i>Peltastes acanthoides</i> Agassiz.
<i>Epiaster distinctus</i> d'Orb.	<i>Glyphocyphus radiatus</i> Desor.
<i>Pyrina Rousseti</i> Cotteau.	<i>Orthopsis granularis</i> Cotteau.
<i>Pygaulus subæqualis</i> Agassiz.	<i>Goniopygus major</i> Agassiz.
<i>Botriopygus ataxensis</i> Cotteau.	— <i>sulcatus</i> Cotteau.
<i>Discoidea subuculus</i> Klein.	

Au delà du Grau, les assises cénomaniennes forment la partie principale de la montagne du Tauch et disparaissent ensuite.

Nous avons pu suivre, sans interruption, le Carbonifère, le Trias, le Jurassique et le Cénomanién, depuis la Source Salée jusqu'à Padern et la montagne du Tauch.

Nous avons vu le Lias devenir fossilifère dans les montagnes de Montgaillard, et le Cénomanién inférieur, toujours gypsifère, le devenir aussi, dans les environs de Padern, et s'étendre, en outre, transgressivement, sur les terrains précédents dont il reste partout distinct. J'avais donc raison, en 1887, lorsque je l'ai séparé du Trias, avec lequel on ne peut le confondre, parce qu'on retrouve partout celui-ci parfaitement caractérisé, interposé entre le Primaire et le Jurassique. On ne doit pas le confondre non plus avec l'Infracrétacé ; car il renferme à Padern les fossiles du Cénomanién, et l'on ne peut arguer de la distance, attendu que l'assise qui renferme ces fossiles conserve partout, sans interruption, entre la Source Salée et Padern, les mêmes caractères stratigraphiques, la même composition et le même faciès lithologique, et que, partout, elle est étroitement rattachée à l'assise à Caprinules dont l'âge n'est contesté par personne.

Du reste, dans la description précédente, je n'ai pas eu à signaler l'Infracrétacé parce qu'il n'affleure nulle part à la suite de la dolomie jurassique.

Dans le mémoire de 1887, j'ai figuré les marnes albiennes à la base de la formation et depuis, M. Viguiier m'a fait observer que je devais avoir confondu les schistes noirs du Carbonifère avec les marnes du Gault.

Je n'avais pas fait cette confusion ; mais j'avais attribué à l'Albien une partie des marnes du Cénomanién inférieur, par exemple celles qui renferment les calcaires coralliens de Padern, dans lesquels j'avais recueilli les mêmes Térébratules que dans ceux de l'Albien du Bézu. Depuis, j'ai reconnu que ces Térébratules existent dans les calcaires construits du Cénomanién comme dans ceux de l'Infracrétacé, et que l'assise gypsifère de Padern forme un tout indivisible et transgressif. Pour cette raison, je n'ai pas maintenu l'Albien à la base de la formation.

NOTE SUR LE CÉNOMANIEN DE VERNAJOUL ET L'APTIEN DE LABORIE (1)

par M. **Joseph ROUSSEL**

Ces dernières années, j'ai fait de nouvelles recherches dans les gisements fossilifères de Vernajoul et de Laborie, près de Foix (Ariège).

CÉNOMANIEN DE VERNAJOUL.

Sur la route de Foix à Baulou, dans les environs de Vernajoul, affleurent des marnes et des grès avec lentilles de calcaire corallien, le tout appartenant au Cénomanién (2). J'y avais déjà recueilli, entre autres fossiles, un exemplaire de *Discoidea subuculus* et quelques radioles de *Cidaris Sorigneti*, lorsqu'en 1888 et en 1889, dans les éboulis des bords de la route, près de la ferme de Sardale-Fort, j'ai trouvé :

Hemiaster sp., espèce nouvelle dont je possède plusieurs exemplaires provenant du Cénomanién de Padern et de Leychert. 2 exemp.

Discoidea subuculus Klein. 4 exemplaires.

Pygaster truncatus Agassiz. 1 exemplaire.

Pyrina Rousseli Colteau ? 1 exemplaire.

Cidaris Sorigneti Desor. Plusieurs radioles.

Pseudodiadema tenue Desor. 1 exemplaire.

Orthopsis granularis Colteau. 2 exemplaires.

Goniopygus voisin du *Goniopygus arizensis* Colteau. 1 exemplaire.

Codiopsis voisin du *Codiopsis doma* Agassiz. 1 exemplaire.

Ces espèces étant caractéristiques du Cénomanién, les marnes et les grès de Vernajoul et les calcaires coralliens qu'ils englobent appartiennent à cet étage, ainsi que je l'ai déjà affirmé dans mon mémoire de 1887.

APTIEN DE LABORIE.

A Laborie, mon attention s'est portée sur une assise de calcaire corallien de l'étage aptien, dans laquelle les fossiles sont silicifiés. J'ai pu détacher de la roche un assez grand nombre d'exemplaires dont les principaux appartiennent aux espèces suivantes :

Salenia prestensis Desor. — Cette espèce importante est commune à Laborie, où j'en ai aperçu plus de trente exemplaires. J'ai pu en extraire sept, dont quelques-

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 15 Décembre 1880.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 613, et t. XVI, p. 843.

uns sont bien conservés. Avant mes recherches, ce fossile n'avait pas été signalé dans les Pyrénées. Les deux premiers exemplaires que j'ai recueillis proviennent des montagnes de Fonfroide et de celles de Saint-Paul-de-Fenouillet : M. Cotteau les a déterminés.

Cidaris pyrenaica Cotteau. — Nombreux radioles et plusieurs fragments de test importants, provenant de trois exemplaires.

Orthopsis granularis Cotteau. — L'exemplaire que j'ai détaché de la roche n'est pas complet, et la détermination n'en est pas absolument certaine. Tel qu'il est, il ne diffère point des exemplaires que j'ai recueillis dans le Cénomanién.

Dans la même couche j'ai trouvé deux exemplaires de *Pyrina* et un *Discoidea* que je n'ai pu déterminer, mais qui diffèrent de ceux de l'Albien et du Cénomanién des Pyrénées.

Turbo tricostatus d'Orb.

Turbo bicultratus d'Orb.

Rostellaria sp.

Nerinea sp.

Turritella Vibrayeana d'Orb. — Nombreux exemplaires inclus dans la roche, à plus d'un mètre de la surface du sol, ainsi que j'ai pu le constater dans les carrières de Laborie, et non apposés seulement sur la tête des couches, comme le croient quelques géologues. A l'est de Panofabos (Pradières), ces Turritelles existent aussi dans l'Aptien et passent dans l'Albien. Il en est de même à Quillan et au Bézu. A Fonfroide, je les ai retrouvées dans le Cénomanién inférieur, et à la Source Salée dans le Cénomanién moyen.

Pholadomya elongata Munster ?

Ostrea aquila d'Orb.

Horiopleura Lamberti Munier-Chalmas.

Les espèces précédentes sont accompagnées des Rhynchonelles, des Térébratelles, des Térébratules et des Orbitolines qu'on retrouve partout dans les calcaires coralliens de l'Infracrétacé et du Cénomanién des Pyrénées.

La présence du *Salenia prestensis* à Laborie prouve une fois de plus que l'Aptien est représenté dans le département de l'Ariège, et celle du *Turritella Vibrayeana*, qu'une transition ménagée existe entre cet étage et le suivant.

Voici, en terminant, la composition de la série sédimentaire de Laborie, telle qu'elle résulte de mes dernières observations et de mes observations antérieures (1).

NÉCOMIEN, URGONIEN. — Dolomie et calcaire lithographique.

— Bauxite et marnes gris-cendré avec traces de fossiles, alternant avec des lits de calcaire lithographique.

— Calcaire barbouillé de rouge à grandes Nérinées.

— Calcaire à Radiolites et à Réquiénies.

Ensemble, 200 mètres.

(1) *B. S. G. F.*, tome XV, p. 603 et tome XVI, p. 842.

APTIEN. — Calcaire à *Ostrea aquila*.

— Calcaire à nodules de silex.

— Calcaire corallien à *Salenia prestensis*, *Cidaris pyrenaica*, *Turbo tricostatus*, *Turbo bicultratus*, *Turritella*

— *Vibrayeana*, *Horiopleura Lamberti*, *Ostrea aquila*, etc.

— Calcaire à *Terebratella Delbosii*, *Rhynchonella* et *Serpula*.

Ensemble 200 mètres.

ALBIEN. — Calcaire avec parties vertes à *Hemiaster minimus*.
1 mètre.

— Grès vert à *Ammonites mayorianus*, *Turritella Vibrayeana* et *Discoidea Arizensis*. 2 mètres.

CÉNOMANIEN. — Calcaire corallien bréchiforme, et conglomérat constitué par des fragments de calcaire aptien et urgonien, agglomérés par un ciment argileux ou gréseux verdâtre, avec *Discoidea Arizensis*, *Cidaris Sorigneti* et *Pygaster truncatus*. 8 mètres.

A Laborie, les assises cénomaniennes qui font suite à la précédente sont invisibles.

ÉTUDE SUR LE BASSIN PLIOCÈNE
DE THÉZIERS-ROQUEMAURE (Gard) (1)

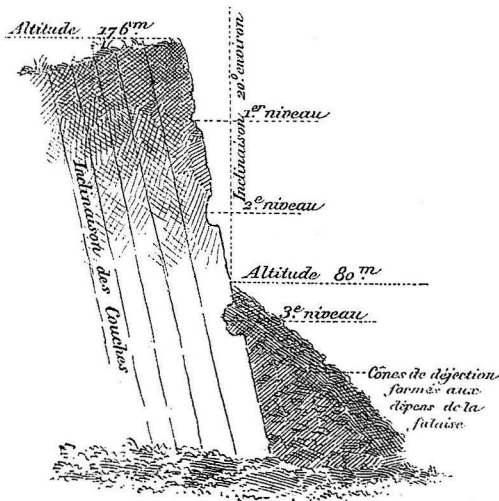
par M. CAZIOT

Ainsi que l'a fait remarquer Fontannes dans ses études sur la période tertiaire dans la vallée du Rhône, c'est par un mouvement d'exhaussement du sol que la mer pliocène a été refoulée loin de la contrée envahie, constituant alors ce qu'il appelait l'Adriatique messinienne. Ces mouvements du sol sont encore manifestes dans le bassin de Théziers, St-Geniez et Roquemaure. On ne peut pas les suivre dans les dépôts argileux de la région, mais on les constate contre la *falaise* néocomienne très dure et très compacte de Roquemaure contre laquelle venaient battre les vagues de la mer pliocène.

Cette falaise est constituée par un immense mur vertical dirigé de l'est à l'ouest, traversé par la faille qui, commençant à Châteauneuf-Calcernier, disparaît à l'est sous le Miocène (2).

L'inspection de la coupe ci-jointe (fig. 1) nous fait assister à trois

Fig. 1.



(1) Manuscrit présenté dans la séance du 15 décembre 1890.

(2) Voir la carte géologique au $\frac{1}{80000}$ d'Avignon.

niveaux distincts occupés par la mer pliocène, trois niveaux bien caractérisés par l'évidement de la roche et par les trous de lithodomes creusés en gouttières de dimensions plus ou moins grandes.

Le premier niveau se révèle par la perforation faite par les lithophages, sur la surface de la roche et par un sillon très peu prononcé qui accuse le plus haut niveau constaté sur la muraille.

Le deuxième niveau est mieux accusé par un enfoncement circulaire plus profond que le premier, indiquant un effort plus constant de la vague, et par de nombreux trous de pholades qui, dans tous ces évidements, criblent le rocher jusqu'à près de 2 mètres au-dessous du niveau constaté.

On ne peut invoquer que la roche a cédé plus facilement là qu'ailleurs à l'action corrosive de l'eau, puisque c'est la même assise qui se présente sur toute la longueur de la falaise (environ 4 kilomètres) à cause de la presque verticalité des couches.

De nouveaux trous de lithodomes indiquent le troisième niveau, dont la surface est encore plus entamée que le deuxième. La roche présente horizontalement, sur une grande longueur, un grand creux arrondi, qui se distingue très bien vu de face et à une certaine distance, mais qui est souvent dissimulé sous les éboulis qui se sont produits en face chaque écrançure de la grande muraille néocomienne, constituant de grands cônes de déjection formés depuis l'époque quaternaire. C'est la partie la plus à l'ouest, vers Saint-Geniez de Comolas, qui a le mieux conservé la trace de ces changements de niveau, toutefois toute la falaise porte un peu partout ces mêmes preuves d'une mer battant une rive escarpée, avec une intensité d'autant plus grande que le vent du nord-ouest (mistral) venait s'ajouter à la violence des vagues (1), car on sait que ce facteur a une grande importance et intervient, avec les courants littoraux, pour modifier plus ou moins la puissance du flot (2).

Très apparentes à l'ouest, les traces disparaissent en marchant vers l'est. Elles ont dû néanmoins exister sur toute la longueur de la falaise mais, après le retrait de la mer, les érosions produites par les agents atmosphériques, le travail des eaux torrentielles et les actions chimiques qui ont aidé par voie de dissolution, ont complété et continuent encore le travail de destruction, lent, mais implacable, de la falaise.

Cette coupe indique que le soulèvement du sol ou bien le retrait de la mer ne s'est effectué que par à-coups, par périodes successives,

(1) Le Mistral, son origine. — *Annales de l'Académie de Vaucluse*. 4^e Trimestre, 1890.

(2) Lapparent (de). — *Traité de Géologie*.

laissant entre chacune d'elles un temps d'arrêt assez prolongé pour permettre à la vague de tracer l'horizon de la mer. S'il n'en avait point été ainsi, toute la surface du mur aurait été baignée sans laisser de traces d'horizons et de niveaux successifs.

Le profil franchement arrondi de la partie supérieure de la falaise, élevée de 176 mètres, semble indiquer que le niveau de la mer a dépassé cette hauteur, mais les sommets anguleux, dressant vers le ciel leurs cimes dentelées, de la dent de Marcoul et du camp romain situés plus au nord dans le voisinage, aux altitudes de 240 et 260 mètres, prouvent que celle-ci n'a pas dépassé cette première hauteur. La mer s'élevait donc probablement fort peu au-dessus de la falaise de Roqueмаure (1).

Les rares dépôts d'alluvions pliocènes signalés dans la haute vallée du Rhône, par M. Torcapel, à Erone et dans le ravin de Rolland, près de Loire, sont placés à 130 mètres d'altitude. Ce savant géologue, avec qui je suis heureux d'être en concordance d'idées, déduit de ces études que les dépôts subapennins remplirent tout le fond de la vallée jusqu'à cette hauteur au-dessus de l'étage actuel.

Il est évident que tous ces dépôts ne peuvent pas être à la même altitude, car les oscillations lentes ou le retrait de la mer ont dû laisser des dépôts à des altitudes de moins en moins élevées à mesure qu'on s'avance vers la mer actuelle; ainsi, à Saint-Gilles, ces mêmes dépôts sont très peu élevés; ils le sont un peu plus à Bellegarde. A Beaucaire l'altitude augmente; à Théziers ils atteignent 80 à 100 mètres d'altitude (2).

En outre, la présence de ces dépôts pliocènes qu'on trouve en

(1) Un fait curieux à citer, est la découverte que fit M. Nicolas, conducteur des Ponts-et-Chaussées à Avignon, de la plante si curieuse et si rare dans nos régions, appelée *Hephedra helvetica*, sur le sommet même du rocher, dans les fissures nombreuses qui existent à cet endroit. S'il est vrai que certaines plantes ont pu se propager à travers les âges géologiques et persister jusqu'à nos jours, il semblerait que cette conifère de faible taille aurait accompli ce prodige. M. Nicolas ne l'a rencontrée que deux fois dans sa vie de géologue et de botaniste, sur la rive droite du Rhône, au Montagnat, en face Avignon, et sur le sommet des pentes abruptes de l'étang de Pujaut et à Saint-Geniez, toujours dans une situation des plus pittoresques. Qu'il me soit permis ici de lui adresser mes remerciements les plus sincères pour le concours actif et désintéressé qu'il m'a prêté en cette occasion, pour les renseignements nombreux et utiles qu'il m'a procurés et pour avoir bien voulu me conduire sur les points où ces coupes ont été dressées.

(2) M. l'abbé Boulay, dans son ouvrage sur la flore pliocène dans la vallée du Rhône, fait toutefois remarquer que, tandis que la ligne supérieure des formations pliocènes oscille habituellement de 100 à 120^m sur la rive droite du Rhône, dans les départements du Gard et de l'Ardèche, elle atteint 250 et même 300 mètres à l'extrémité des anciens fiords de la rive gauche, par exemple à Nyons, à Crest, dans la vallée de la Galaure, etc., et que, par conséquent, on est amené à conclure à un relèvement du sol dans la direction des Alpes, qui a dû concourir au retrait définitif de la mer. La vallée du Rhône, d'après cela, se serait vidée à la façon d'un bassin que l'on incline en le relevant par un de ses bords.

maints endroits dans la vallée du Rhône et les vallées tributaires indique que leur creusement était effectué avant cette formation géologique.

Les deux étages miocène et pliocène restent parfaitement tranchés dans notre vallée et ne présentent nulle part les termes de transition ou de passage de l'un à l'autre que l'on rencontre ailleurs.

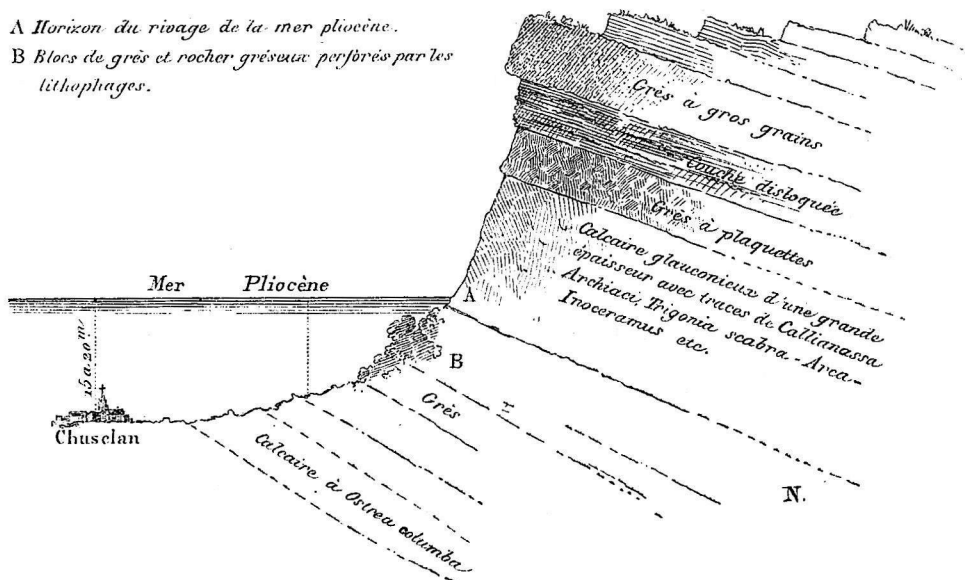
Fontannes, qui a étudié la vallée de la Cèze et qui a recueilli de nombreux fossiles subapennins dans les environs de Chusclan, aurait pu remarquer l'horizon bien marqué de notre mer sur les flancs du rocher turonien qui entoure cette ville, semblant indiquer que, depuis l'époque pliocène, il n'y a pas eu de notables changements dans la topographie du pays, sinon un soulèvement général de toute la contrée. La vallée du Rhône à l'époque pliocène avait d'ailleurs sensiblement le même aspect que nous lui voyons aujourd'hui.

Fig. 2.

Coupe dirigée du Sud au Nord, dans les bois des environs immédiats de Chusclan.

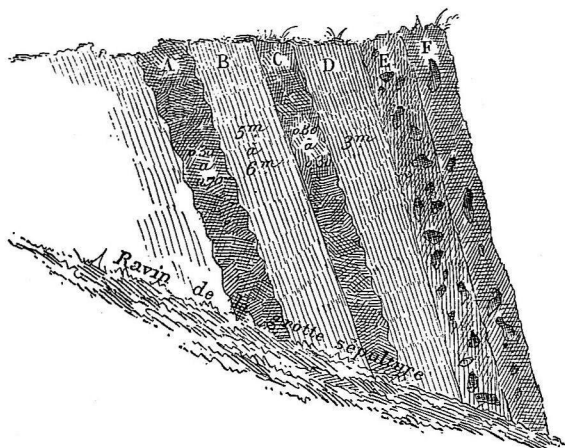
A Horizon du rivage de la mer pliocène.

B Blocs de grès et rocher gréseux perforés par les lithophages.



Outre le phénomène géologique que je viens de relater, il y a lieu d'indiquer celui que présente la constitution de la falaise néocœnienne elle-même dont je donne ici la coupe, relevée dans l'ensemble du massif, vers la moitié environ de sa longueur.

Fig. 3.



- A. — Couche *ondulée* entièrement siliceuse.
 B. — Couche calcaire avec absence de silex.
 C. — Couche siliceuse ondulée, comme la couche A.
 D. — Couche semblable à B.
 E. — Couche avec nombreux rognons de silex disséminés de grosseurs diverses, ayant à sa partie supérieure une nouvelle couche siliceuse, peu épaisse, semblable à A et B.
 F. — Couche contenant des rognons de silex isolés plus petits qu'en E et dispersés sur tous les points.

Cette coupe semble indiquer qu'à l'époque où toutes ces assises étaient horizontales, et se déposaient au fond des eaux, des *sources siliceuses* abondantes déposaient un sédiment épais sur une très grande surface, car le banc de silice, indiqué dans la coupe, s'étend sur toute la longueur de la falaise.

On assiste en B et en D à une interruption du phénomène, qui, diminuant de plus en plus, finit par ne plus déposer que de rares rognons de silex dans la dernière assise F sur laquelle, redressée plus tard, venaient battre les flots de la mer pliocène.

Outre ces assises de silice, il existe dans le milieu du massif une veine puissante d'albâtre fibreux translucide, qui pourrait être exploitée pour l'ornementation.

Cette veine paraît être le résultat du remplissage d'une faille, ou d'une crevasse, par du carbonate de chaux à l'état cristallin (1).

Les grottes préhistoriques ouvertes dans la falaise fournissent

(1) Torcapel. — Etude des terrains traversés par la ligne de Nîmes à Givors — *Revue des Sciences naturelles*, 1884.

aussi des renseignements précieux et apportent les preuves irrécusables de l'existence de la mer aux hauteurs précitées, pendant la période pliocène. La plupart étaient ouvertes au moment où la mer baignait la surface du rocher; d'autres, au contraire, ne se sont montrées qu'après son retrait. Quelques-unes d'entre elles étaient visitées par des cours d'eau. Des sources ont tapissé leurs faces de stalactites, et depuis que l'homme les a habitées, de nouvelles couches de carbonate de chaux ont recouvert leurs ossements.

Il y avait des sources qui tombaient en cascades dans la mer; aujourd'hui, c'est à peine si quelques gouttes d'eau perlent encore au bas des stalactites suspendus au plafond.

52 excavations ou grottes peuvent être visitées (quelques-unes sont inabordables) (1).

La surface intérieure de la plupart d'entre elles est criblée de trous de lithodomes. Quelques-uns sont remarquables par leur conservation et leurs dimensions. Ceux-ci ont de 0^m15 à 0^m18 de profondeur avec un diamètre de 0^m04 à 0^m05.

Les blocs qui se sont détachés de la voûte sont littéralement attaqués sur toutes les faces par ces coquilles perforatrices.

En creusant légèrement le sol, on trouve, dans la plupart de toutes ces grottes, le dépôt formé par la mer pliocène. MM. Mayer-Eymar et G. Dollfus, qui ont eu la complaisance d'examiner les fossiles que j'ai recueillis dans ces excavations, y ont reconnu :

Cistella lunulifera Phil.
— *neapolitana* Seac.
Megathyris truncata Lin.
— *cuneata* Risso.
Argyope Davidsoni Desl.
— sp. nov.
Pecten pes-felis Lin.
— *comitatus* Font.
— *substriatus* d'Orb.

Anomia ephippium Lin.
— *aculeata* Muller.
Anomia orbiculata Broc.
Lima inflata Chemn.
Lithodomus eithophagus Lin.
Ostrea lacerata Gold.
— sp. nov. du groupe de l'*O. Lamellosa*
Pollicipes pollicipes Gmel.

Puis l'homme primitif prit possession de ces demeures souterraines, dans lesquelles on retrouve maintenant, dans un désordre inexprimable, des crânes humains, des os brisés, des poteries, des silex taillés, trouvés sous le sol ou bien ensevelis sous une couche de stalagmites.

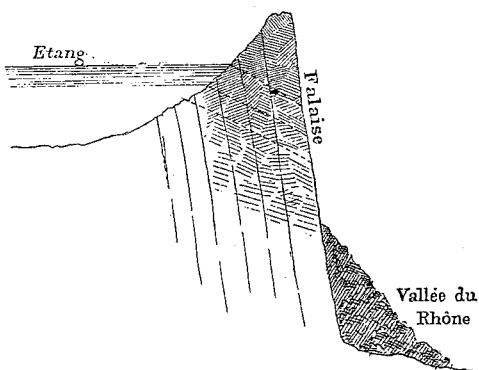
L'écoulement des eaux, après le retrait de la mer, est manifeste dans la plus grande de ces grottes : Tout indique l'action érosive des eaux douces qui ont laissé sur le sol des lits horizontaux,

(1) Elles ont été l'objet de fouilles nombreuses exécutées par M. Nicolas, qui a envoyé à M. de Mortillet et au musée de Saint-Germain le résultat de ses recherches.

très minces, d'argile fine et rougeâtre sur plus de 1^m50 d'épaisseur (1).

On peut se demander d'où provenaient les eaux qui s'écoulaient par ces ouvertures? On peut en chercher la cause dans la topographie des lieux qui n'a pas ou peu changé depuis l'époque qui nous occupe. Du côté du nord, la *falaise* est élevée verticalement en tranches réduites; du côté opposé une pente assez douce, dès lors non favorable au développement des sources, va rejoindre par le S.-E. le lit maintenant desséché du grand étang de Pujaut où se sont accumulés les dépôts argileux de ce bassin et qui était envahi par la mer pliocène. A l'est et à l'ouest, le bassin est enserré par les hautes collines qui s'opposèrent de ces deux côtés à l'écoulement des eaux douces, lors de leur dépôt après le retrait de la mer. On peut admettre que ce furent ces eaux qui, s'infiltrant lentement, s'écoulèrent par ces ouvertures.

Fig. 4.
Coupe hypothétique de l'étang de Pujaut.



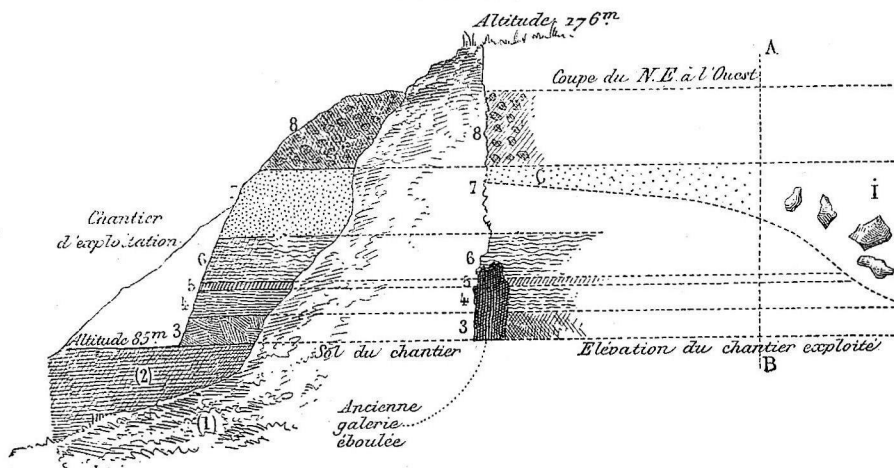
L'histoire pliocène de ce bassin, comme celle de la vallée de la Cèze, étudiée par Fontannes, concorde avec celle de la plupart des vallées tributaires du Rhône. Il faut le concevoir tout entier comme une plage abandonnée lentement par la mer, laissant derrière elle, dans les dépressions du terrain, des étangs qui, de saumâtres, deviennent complètement d'eau douce dans la suite du temps, en changeant complètement leur faune et préparant ainsi la faune actuelle, par des modifications sélectives. Terrain envahi et abandonné plusieurs fois par la mer, soumis à de nombreux affaissements ou soulèvements et à de profondes érosions. Plusieurs coupes relevées en différents points permettent de préciser, d'une

(1) On peut voir au Musée de Saint-Germain, un vase ou capule qui a été trouvé par M. Nicolas dans ces lits d'argiles

façon certaine, les conditions dans lesquelles se sont déposés les limons de ce grand bassin intérieur.

La coupe n° 5 ci-jointe, faite aux environs de Saint-Geniez de Comolas, dans un terrain exploité pour la matière tourbeuse qu'on y trouve, dévoile clairement les modifications qui présidaient à la formation de ces couches.

Fig. 5.
Suivant A B.



1. Terrain néocomien formant substratum.		
2. Argiles noirâtres à <i>Potamides Basteroti</i> et <i>Melampus</i> ?	?	
	m.	m.
3. Couche de tourbe à débris de végétaux	0.80	à 0.90
4. Argile jaunâtre	0.50	
5. Couche argileuse à Unios et Anodontes	0.05	
6. Argile jaunâtre (comme au n° 4)	1	95
7. Sables de Saint-Laurent-les-Arbres	?	
8. Cailloux roulés.	?	
Différence d'altitude entre le sol et le sommet	91	m.

C'est d'abord le Néocomien sur lequel s'appuient nos dépôts pliocènes, synchroniques du Plaisancien de Vacquières, surmontés par les argiles noirâtres à *Potamides Basteroti* (n° 2) supportant la couche de tourbe exploitée. Au-dessus, vient un dépôt d'argile jaunâtre contenant, presque à la base, des coquilles d'Unios et d'Anodontes très belles et très grosses, le tout couronné par les sables de Saint-Laurent et par les cailloux roulés.

La mer pliocène recouvrait donc toute cette région. Un exhaussement fut la cause de formation de lagunes, puis de marais à eaux saumâtres où vivent les *Potamides*. La couleur noirâtre des argiles est ici accidentelle et postérieure à leur formation ; elle a dû

se produire par les suintements de la tourbe qui les surmontent. Puis, ces marais de plus en plus isolés, voient croître une végétation serrée, peuplée de coquilles d'eaux douces, précurseur des nôtres. Ce sont des plantes herbacées qui forment la couche de *tourbe* qui varie dans son épaisseur de 0^m80 à 0^m90. Le sol qui constitue cette tourbe est ondulé, *semblant s'incliner à l'est*, vers Saint-Laurent-des-Arbres, comme aussi son épaisseur s'accroît en approchant du terrain néocomien, paraissant s'amincir en arrivant vers la plaine du Rhône pour se terminer peut-être à zéro. Si des études ultérieures viennent corroborer cette probabilité, il en résulterait, qu'à cet endroit, le marais aurait été profond au centre et n'aurait eu une végétation abondante que sur les bords.

On trouve aussi dans la tourbe quelques Potamides rares, puis, vers le milieu de la hauteur, une couche de quelques centimètres d'épaisseur, pétrie de Planorbes, de Limnées et de quantité d'opercules de *Bythinia*, enfin quelques *Helix* et *Limax*. Étudiée en détail, cette tourbe révélerait tout un monde de plantes et de coquilles. Cette couche n° 3 décèle soit un exhaussement progressif et insensible du sol, soit que le marais ait été comblé par l'apport des ruisseaux dont il recevait les eaux. Les deux hypothèses sont admissibles.

À la tourbe succèdent des dépôts argileux jaunâtres, quelque peu ferrugineux, presque horizontaux, d'une faible épaisseur, dans laquelle les Unios et Anodontes, trouvant un milieu favorable à leur développement, se multiplient à l'infini. La couche qui les contient est à la partie inférieure et n'a que quelques centimètres d'épaisseur. On trouve aussi à la base des *Bythinia Nicolasi* Mayer-Eymar, des *Melanopsis Neumayri* Tournouër et des débris de végétaux.

Les Unios ont complètement disparu dans la couche argileuse (6).

La couche 7 indique que tout cet ensemble subit un affaissement et que la mer reprend le domaine qu'elle avait perdu (pour l'abandonner encore lorsque les cailloux se déposeront) ou bien que le Rhône, dont le bras principal coulait à l'emplacement actuel, occupait une plus vaste région que de nos jours, et venait éroder les alluvions qu'avait déposées la mer pliocène. La ligne sinueuse CD de notre élévation montre les argiles à Unios dénudées, indiquant clairement une érosion qui a enlevé la partie supérieure. La présence de certains blocs argileux I I disséminés dans les sables rouges, vient à l'appui de cette explication, car ils ont dû être, dans la première hypothèse, entraînés par la violence des vagues, ou bien, si l'on n'admet pas l'affaissement, entraînés par les eaux du

Rhône, dont une partie devait s'écouler par l'étang de Pujaut et Théziers, lorsque la mer se retirait dans la région qu'elle occupe maintenant.

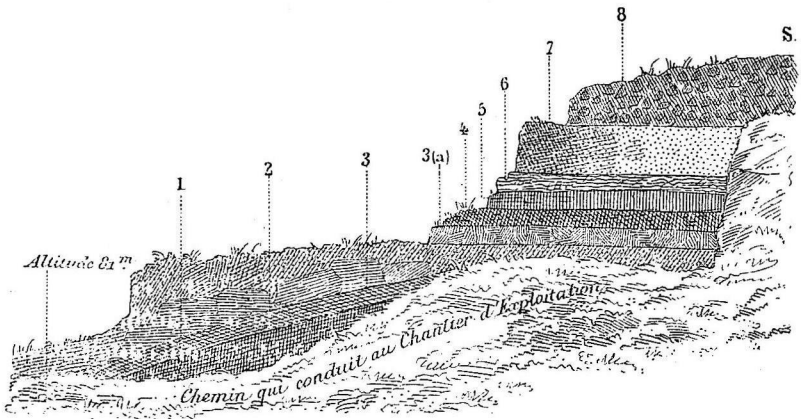
L'énorme accumulation des sables qui surmontent ces assises peut aussi bien être due à un courant fluvial qu'à l'action des vagues.

La découverte, que fit M. Nicolas, d'un fragment de *Scalaire* dans ces sables, au pied d'un escarpement, semble assurer pourtant que ceux-ci sont marins. M. Emilien Dumas les a d'ailleurs reconnus tels dans son étude géologique sur le département du Gard. C'est dans leur dépôt que MM. Deleuze, Allard, Cazalis de Fondouce, ont trouvé des fragments de *Rhinoceros tichorhinus* et de *Mastodon brevirostris*. Des troncs d'arbres entiers ont été trouvés à l'état siliceux.

En résumé, on se trouve ici en présence d'un exhaussement qui fut la cause déterminante de la formation des marais, puis d'un affaissement qui ramena la mer; enfin d'un nouvel exhaussement à la suite duquel le Rhône, à l'état de fleuve, amena les cailloux roulés qui surmontent le tout.

La coupe suivante (n° 6), prise dans un chantier d'exploitation, près de Saint-Laurent-les-Arbres, indique aussi très clairement les mouvements imprimés au sol ou bien l'exhaussement des marais par les alluvions transportées par les fleuves.

Fig. 6.



1. — Argiles noirâtres avec nombreux Planorbes et Linnées.	?
2. — Argiles grisâtres avec Planorbes et Bythinies	0.80
3. — Sables agglutinés et grès en bancs	4 ^m
3(a) — Argiles grises pétries de Planorbes et Bythinies	1
4. — Argiles rougeâtres sillonnées de fines tiges végétales	0.90
5. — Couche de tourbe avec nombreux Planorbes, variable dans sa hauteur	0.95
6. — Argile (considérablement réduite en hauteur)	0.60
7. — Sables de Saint-Laurent.	3 à 4 ^m
8. — Alluvions pliocènes	

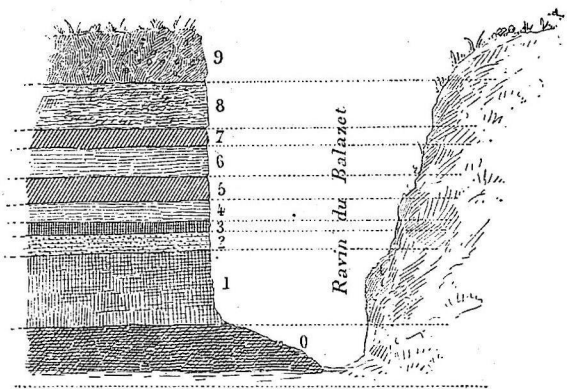
On voit d'abord, dans cette coupe, des argiles noirâtres onctueuses au toucher, infiltrées d'eaux abondantes contenant des Planorbes et des Limnées, au-dessus une couche grisâtre d'argile renfermant les mêmes mollusques faisant suite à la première couche, quoique un peu différente de composition.

Plus haut viennent des sables (n°3) légèrement agglutinés, passant quelquefois à des bancs gréseux. L'absence de fossiles dans cette couche laisse ces bancs sans origine précise : ils accusent cependant une modification survenue, cette couche n'ayant probablement aucun rapport avec les deux précédentes.

La couche 3^a argileuse, grise, est pétrie de Planorbes et de Bythinies.

Au dessus se trouve une nouvelle couche d'argile rougeâtre (n° 4) sillonnée de radicules et de fines tiges végétales ; ces quelques rares fossiles font présager un surcroît de végétation qui va survenir et former la tourbe de la couche 5 exploitée, identique à celle relatée dans la coupe précédente, et renfermant aussi, avec des tiges de bois carbonisés, de nombreux Planorbes, des traces d'Helix, etc. Ce mode de formation, cette exubérance de végétation marécageuse dis-

Fig. 7.



0. — Argile noirâtre.	?
1. — Tourbe	1 ^m 50
2. — Argile blanchâtre <i>creuseuse</i>	0.06
3. — Tourbe	0.03
4. — Argile comme en 2	0.12
5. — Tourbe comme en 3 et 1	0.08
6. — Argile comme en 4 et 2.	0.15
7. — Tourbe comme en 3, 5 et 1.	0.07
8. — Argile noirâtre	1.00
9. — Terre végétale argileuse.	0.50
	3 ^m 51

paraît subitement et on retrouve ici (n° 6) l'argile qui, comme dans les coupes précédentes, recouvre la tourbe, mais sans Unios cette fois, comme on aurait pu s'y attendre. Cette assise 6 est d'ailleurs ici bien réduite en hauteur ; elle a dû être en partie entraînée, par les mêmes causes qui ont produit les ondulations signalées dans l'étude de la coupe n° 5, et les Unios ont dû disparaître avec la couche qui les contenait ; par contre, M. Nicolas y a trouvé la carapace remarquable d'une petite tortue et un *Helix* qui, par ses bandes et sa couleur, rappelle beaucoup notre *Helix nemoralis* actuelle. Enfin, sur cet ensemble, reposent les sables de Saint-Laurent.

Le bassin fluvio-marécageux ne s'arrête pas là ; on constate sa présence dans les nombreux ravins qui existent au nord-ouest de Saint-Laurent ; un d'entre eux, le ravin dit du *Balazet*, a offert la coupe ci-jointe (fig. 7).

Cette coupe fait encore mieux saisir la série de mouvements ascensionnels accusés par les autres coupes. Ce ravin étroit, recouvert de ronces, où roule une eau huileuse jaunâtre à reflets irisés, offre une série remarquable de couches tourbeuses séparées par une argile blanchâtre *creuseuse*, tachant les doigts. Quatre couches de tourbe en hauteur, séparées par trois couches d'argile *blanchâtre*, limitées en haut et en bas par une couche d'argile *noirâtre*, expliquent les surprenantes modifications du régime.

Ce sont toujours les mêmes argiles noirâtres en dessous, imperméables (la seule des conditions indispensables pour la formation de la tourbe), suivies d'une première couche de tourbe de 1^m50 d'épaisseur, recouvertes cette fois par un dépôt nouveau d'argile blanchâtre pétris de Valvées, Bythinies et Limnées de petite taille.

La cause qui avait donné lieu à ce dépôt blanchâtre ayant cessé, la couche 3 revient pour ne produire qu'un dépôt de 0^m03 et cesser encore pour laisser place à la reprise (4) de notre couche blanchâtre précédente, ayant cette fois 0^m12 (le double d'épaisseur). Ce dépôt disparaît encore, la tourbe se forme de nouveau pour céder, encore une fois, la place à nos argiles blanchâtres qui se déposent pour la troisième fois (effets des mêmes causes). La tourbe se dépose pour la quatrième fois et se trouve couronnée par les argiles *noirâtres* qui formaient le substratum primitif.

Il n'y a pas de régularité dans le temps exigé pour ces formations diverses. La plus grande conformité les reproduit, et on assiste alternativement aux mêmes phénomènes : même composition dans les couches de tourbes ; mêmes faunules ensevelies dans les dépôts blanchâtres, tout est identique, sauf la durée.

On peut déduire de tout cela que le marais voit croître les

plantes et multiplier à l'infini les mollusques, paisibles habitants de ces retraites; la tourbe se forme, mais en même temps, le niveau du marais s'abaisse par suite de l'évaporation. Tout autour, des plateaux voisins, s'écoulent les eaux des sources et des pluies, par les nombreux ravins, petits canaux où vivent les Valvées et les Bythinies. Ce débit, insuffisant en temps ordinaire, ne pouvait pas remplacer les pertes qui se produisaient par l'évaporation, et les orages, pendant la saison des pluies, viennent équilibrer et même au-delà, le volume d'eau perdu.

Ces eaux élèvent le niveau du lac, les courants formés entraînent avec eux les coquilles fluviatiles et les terres qu'ils désagrègent dans leur parcours. De là l'origine des dépôts blanchâtres qui recouvrent la tourbe.

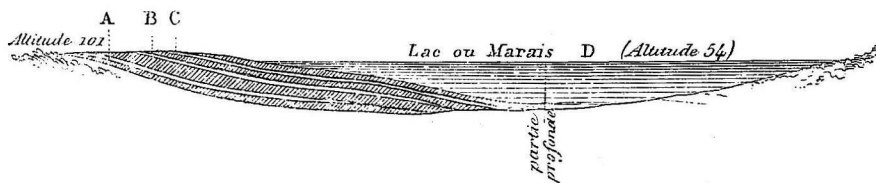
Lorsque cette période de pluie est terminée, le lac alimenté reprend la formation tourbeuse qui recouvre le dépôt nouvellement formé.

Les mêmes causes reproduites, mais irrégulières comme durée, produisent les mêmes effets et donnent cette succession inégale d'épaisseur qu'on observe ici.

Les dépôts de cette dernière coupe sont toutefois locaux et ne paraissent pas s'étendre sur tout le lac. On peut en déduire la coupe hypothétique suivante :

Fig. 8.

Coupe hypothétique de la formation cendreuse.



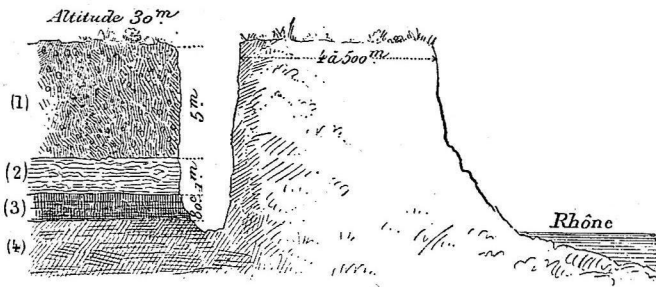
Les couches A. B. C. représentent les dépôts blanchâtres se terminant à zéro (la pente est exagérée à dessein) non loin du bord et suivant l'importance des crues du lac, tandis que la couche de tourbe centrale D continue de se déposer et recouvre incessamment les dépôts successivement formés.

Cette hypothèse semble devoir être une réalité quand on examine la contrée et qu'on poursuit les recherches presque sur les bords du Rhône actuel, car le ravin du Balazet est tout près du grand plateau du bois de Saint-Victor-la-Coste, dont les bords élevés (263^m) limitent notre lac de ce côté.

L'étude du terrain, près le Pont-de-Nizon, au N.-E., presque sur

les bords du Rhône, démontre que les couches tourbeuses s'étendaient jusqu'au bord de ce fleuve.

Fig. 9.



1. — Graviers pliocènes	5 ^m
2. — Argile jaunâtre	1
3. — Tourbe passant à une argile noirâtre.	0.80
4. — Argile noirâtre pétrie de Bythinies, Valvées, etc.	?
	6 ^m 80

Cette coupe est très intéressante : au sommet les graviers pliocènes recouvrent les argiles jaunâtres que nous connaissons déjà et qui reposent sur la couche de tourbe contenant des Planorbes en petites quantités. Au-dessous, les argiles noirâtres pétries de Valvées et de Bythinies.

Malheureusement les fouilles qu'on effectuait lorsqu'on fit la coupe s'arrêtaient à cette couche tourbeuse et il a été impossible de s'assurer de la nature de la couche inférieure.

La couche tourbeuse est inclinée vers le Rhône, par suite sans nul doute de la forme de la vallée, du voisinage du thalweg. Il n'y a pas lieu de rattacher cette couche à celle de Saint-Laurent-des-Arbres, car au moment du retrait de la mer, les lagunes devaient être nombreuses et non rattachées entre elles.

On remarque aussi l'absence des sables à Saint-Laurent, qui peut être due à une érosion dont nous avons constaté maintes fois les effets.

L'étude de tous ces dépôts indique bien que le retrait de la mer a été successif.

Les couches à *Potamides Basteroti* qu'on trouve à Visan établissent sûrement aussi l'existence des dépôts fluvio-lacustres au nord de notre département. Il n'est pas douteux que ces couches se réunissent avec celles du bassin Théziers, Vacquières, Saze, Rochefort, Saint-Geniez, et on peut en conclure que, dans le bassin

du Rhône, cette couche s'est développée sur une très grande étendue, dont Visan et Montpellier sont les deux points extrêmes. Dans tous les cas, le bassin de Visan se lie étroitement avec celui de Vacquières et se place au même niveau. Les limites de ce dernier peuvent parfaitement être déterminées par la couche à Potamides. Il est intéressant de la suivre pas à pas; il importe d'ailleurs, ainsi que le conseille M. de Lapparent, de poursuivre une assise partout où elle peut être reconnue, de manière à la définir autant que possible. La restitution des anciens rivages et la comparaison mutuelle des côtes successives sont donc, avec l'étude de la variation des faunes et des flores, les meilleurs moyens de préciser la valeur relative des divisions géologiques.

En faisant passer un plan vertical de Comps, à Saint-Etienne sur le Gardon, à Roquemaure sur le Rhône, plan qui rencontre sur son passage Saze, puis en *projetant* sur cette ligne droite tous les villages qui se trouvent à gauche et à droite de ce plan, ainsi que toutes les altitudes données par la carte d'Etat-Major, on obtient le profil réel de ce territoire.

Fixant ensuite les altitudes des points où l'on rencontre les Potamides, savoir : Vacquières, Domazan, Saze et St-Geniez, il ressort que ces couches doivent passer sous le plateau élevé (141^m) qui sépare Domazan de Vacquières, puis que cette même couche, disparue dans l'étang de Pujaut, vient passer encore sous la forêt de Clary, entre Tavel et Lerac, pour reparaître à Saint-Geniez de Comolas.... L'existence de l'étang de Pujaut s'explique alors tout naturellement : les eaux saumâtres, qui formaient tout l'ensemble du bassin, se sont écoulées par la partie nord comprenant Saint-Geniez, Saint-Laurent-des-Arbres, Saint-Victor-la-Coste, Tresque, Laudun, Orsan, par l'ouverture de l'Ardoise et Montfaucon. La partie centrale formant cuvette, limitée par Pujaut-Lerac, Tavel, Rochefort et Saze, et à l'est par toutes les montagnes élevées conserva une étendue d'eau intérieure. D'autres modifications de l'époque pliocène survenues au moment du dépôt des sables de Saint-Laurent, ont sans doute été la cause de la disparition des Potamides et ont creusé notre étang actuel (1).

Enfin la partie S. et S.-E a trouvé un débouché par la droite et la gauche de Théziers.

(1) L'origine de toutes les dépressions qui ont donné naissance aux étangs de Translepuy, de Pujaut, de la petite et grande Palure, près Avignon, paraît devoir être due, d'après M. Torcapel, aux érosions du Rhône à l'époque pliocène.

SUR LE GENRE SPYRIDIOCRINUS (1)

par M. D.-P. OHLERT.

(Pl. VII et VIII).

Parmi les documents qui nous avaient été communiqués pour la publication de la faune de calcaire dévonien des environs d'Angers (2), se trouvait un fragment de calice d'Encrine assez bien conservé pour permettre d'en faire connaître les principaux caractères, mais trop incomplet cependant pour fournir toutes les indications nécessaires à la connaissance exacte de l'espèce et du genre. Toutefois, l'intérêt que présentait ce Crinoïde, la disposition si particulière de ses rayons, et le peu de ressemblance qu'on pouvait établir entre lui et les formes connues jusqu'alors, nous engagèrent à le publier en créant pour lui un genre nouveau : *Spyridiocrinus*.

Depuis cette époque, un de nos confrères, M. Cheux, a bien voulu nous confier deux blocs de calcaire dans lesquels on voyait deux portions de calices. En dégagant ces spécimens, dont l'un était encore fixé sur sa tige et mesurait 18 cent. de long (calice, 5 cent. ; tige, 13 cent.), nous avons pu découvrir un autre individu, de telle sorte que, les indications se complétant, nous pouvons actuellement apporter une plus grande précision à la diagnose de cette forme si curieuse.

Le premier spécimen que nous avons eu entre les mains était, ainsi que nous venons de le dire, à l'état de fragment et correspondait à environ la moitié du calice; on distinguait nettement, sur la face conservée, cinq séries brachiales, soit dix pour l'ensemble du Crinoïde; chacune d'elles donnait naissance à quatre bras libres, ce qui, en tenant compte des parties disparues, portait le nombre des bras à vingt pour la moitié et à quarante pour la totalité du pourtour. Chacune de ces dix séries brachiales reposait sur une pièce unique faisant partie d'un cycle où l'on comptait 18 à 20 plaques, mais ces dernières étaient très endommagées, déplacées, et, par suite, il était impossible de se prononcer sur leur forme, leur place véritable, et le rôle qu'on devait leur attribuer; nous les avons

(1) Communication faite dans la séance du 16 juin 1890. Manuscrit parvenu au secrétariat, le 16 décembre 1890.

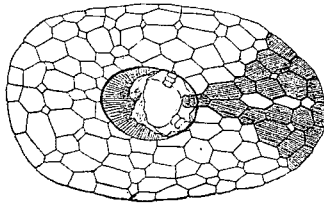
(2) D.-P. Oehlert. Dévonien d'Angers. *B. S. G. F.* 3^e sér. T. XVII, p. 742-791. Pl. XVIII-XXI.

indiquées dans notre premier schéma par la lettre R. « Les rayons, disions-nous, au nombre de 10, devront être probablement groupés deux par deux, pour ramener la figure au mode de radiation quinaire habituelle chez les Crinoïdes. »

Les nouveaux échantillons sont venus confirmer nos prévisions et montrer le mode de dichotomisation des séries radio-brachiales, ainsi que la place et les caractères des plaques de la base (1).

Par suite de la forme du calice et du mode de répartition des plaques, les distichiales et une faible partie des radiales secondaires sont les seules qu'on puisse voir lorsqu'on regarde les parois latérales; si, au contraire, on examine la surface basilaire, on distingue alors les cycles constitués par la principale portion des radiales secondaires et des interradiales, ainsi que les sommets anguleux des radiales primaires; l'ensemble de ces dernières se trouve caché par la tige, et ce n'est qu'en dégagant la cavité cylindrique large et profonde, dans laquelle celle-ci vient s'emboîter (2),

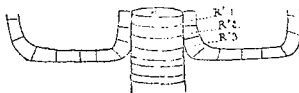
Fig. 1.



qu'on finit par découvrir les cinq rayons radiaux que séparent quelques interradiales; quant aux basales, placées au fond de l'excavation, elles occupent un espace un peu plus petit que la surface d'insertion de la tige, et elles nous ont semblé être au nombre de quatre.

Ainsi donc, au fond de la cavité cylindrique profonde dans laquelle s'enfonce le sommet de la tige, on voit — sans qu'il paraisse y avoir de place pour des sous-basales, — au-dessus du cycle des

Fig. 2.



basales cinq rayons de radiales collés longitudinalement le long de la tige (fig. 2) et composés chacun de trois pièces; celles-ci, ainsi disposées, contre les parois de la cavité basilo-axiale et qui ne sont visi-

(1) OEhlert. Loc. cit., p. 787.

(2) Dans cette figure, on voit sur le côté gauche un fragment de tige en place; et le côté droit montre la cavité basilo-axiale avec les radiales primaires vues en perspective. Un des rayons radiaux a été indiqué par une teinte plus sombre.

bles, ainsi que nous l'avons déjà dit, que lorsque la tige est enlevée, sont si petites et si surbaissées, que le sommet de la R^3 apparaît seule à la base du calice lorsque cette dernière est en place. La R^1 est hexagonale; la R^3 axillaire, de forme pentagonale, est surmontée de deux séries de radiales secondaires (R'') ayant chacune deux plaques, dont l'inférieure est hexagonale et la supérieure axillaire; de ces dernières partent quatre séries rayonnantes de pièces distichiales, lesquelles, à la hauteur de la deuxième pièce D^2 , s'écartent pour laisser la place à un rayon intermédiaire, généralement composé de cinq plaques. Les distichiales qui accompagnent de chaque côté cette série intermédiaire sont, en comptant à partir de leur point d'origine, tantôt au nombre de 3, tantôt au nombre de 5, mais leur répartition a lieu symétriquement, de telle sorte qu'on retrouve accolées côte à côte soit les séries 5, soit les séries 3. Chacune de ces dernières séries de distichiales donne naissance à un bras unique, tandis que la série médiane en porte deux; on compte ainsi, pour chaque secteur correspondant à un rayon de radiales primaires, 8 bras, et pour l'ensemble du calice, 40 bras: le côté anal étant sous ce rapport semblable aux autres. Ces bras, simples, contigus, sans intercalation de pièces interbrachiales, sont longs et grêles et s'élèvent verticalement du calice; ils sont composés d'une double série d'articles surbaissés. Pinnules inconnus.

Les plaques interradianales sont très peu nombreuses, petites, en partie cachées dans la cavité basilo-axillaire, et se continuent au-delà en cinq séries de petites pièces, généralement de forme allongée, et disposées suivant une simple série rayonnante, qui sert de limite à chacun des rayons. Deux ou trois petites plaques, très peu importantes, s'intercalent irrégulièrement entre les radiales secondaires et les premières distichiales.

Ces renseignements complémentaires nous permettent de donner pour le genre *Spyridiocrinus* la formule suivante: Calice de grande taille, à côtés subparallèles, à base plane ou un peu déprimée, au centre de laquelle il existe une cavité circulaire profonde dans laquelle s'engage la partie supérieure de la tige; basales 4?, radiales 3×5 , petites, surbaissées, cachées dans la cavité basilo-axillaire; radiales de deuxième ordre 2×10 ; distichiales 20×3 à 5, plus deux séries intermédiaires de 5 plaques chacune, exceptionnellement de 6; bras au nombre de 40, simples, à deux rangées de plaques; pinnules inconnue. Interradianales petites, peu nombreuses, en partie cachées par la tige, et disposées à la base du calice en cinq séries simples, rayonnantes. Tige grosse, cylindrique, à canal central pentalobé, et composée d'articles alternativement épais et

minces, caractères qui ne présentent aucune modification au voisinage du calice.

La seule espèce que nous puissions rattacher à ce genre est *S. Cheuxi*, provenant du calcaire encrinétique gris de la carrière des Fourneaux, près Angers (Dévonien inférieur). Les spécimens que nous figurons font partie de la collection de M. Cheux, qui nous a permis gracieusement de les étudier et de les faire figurer.

Observations. — Les caractères les plus frappants du genre *Spyridiocrinus* sont tout d'abord la régularité et le parallélisme des séries ascendantes des distichiales, qui occupent presque toute la surface latérale du calice et dont les plaques sont accolées les unes aux autres de façon à ne laisser entre elles que quelques rares petites pièces accessoires; le côté anal ne se distingue ni par une irrégularité importante dans le groupement des pièces distichiales, ni par l'existence d'un ensemble de pièces spéciales, de sorte que la symétrie pentahédrale est régulière.

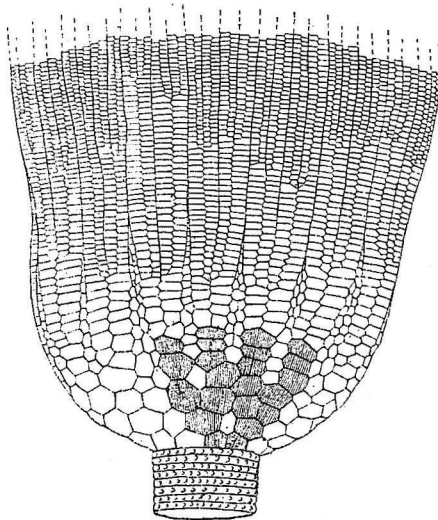
Vue du côté basilaire, la symétrie rayonnante est peu distincte; on ne voit que les pièces radiales de deuxième ordre, ainsi que les premières distichiales : les radiales primaires étant cachées par la tige, avec les premières interradales. Si, comme il est probable, le côté anal se trouve indiqué par la présence d'une ou de plusieurs pièces, celles-ci doivent se trouver à la hauteur des premières radiales et sont, par conséquent, comme ces dernières, cachées par la tige; dans tous les cas nous n'avons pu les apercevoir, les radiales étant les seules plaques de ces premiers cycles dont nous ayons pu déterminer les contours.

D'après les seuls caractères fournis par la répartition des radiales primaires et secondaires, notre genre se placerait naturellement près de *Periechocrinus*, *Abacocrinus*, *Corymbocrinus*, etc., c'est-à-dire dans la section des *Periechocrinites* de la famille des *Actinocrinidae*, telle que l'ont comprise en dernier lieu MM. Wachsmuth et Springer (1). Toutefois il diffère des genres précités par la concentration des radiales primaires, cachées dans la cavité basilo-axillaire, caractère qui, dans ce groupe, ne se retrouve que dans le seul genre *Corymbocrinus*. De plus, dans *Spyridiocrinus*, les interradales sont en rangées uniques, séparant les cinq rayons, dans chacun desquels les distichiales, très-nombreuses, et qui font partie intégrante du calice, constituent six files verticales juxtaposées supportant huit bras.

C'est évidemment avec le genre *Polypeltes* d'Angelin que *Spyridiocrinus* présente les affinités les plus étroites. Malheureusement, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, l'interprétation des plaques donnée par l'auteur est erronée. MM. Wachsmuth et

Springer, qui ont discuté le rôle probable de celles-ci (1), sont arrivés à cette conclusion que la partie basilaire était évidemment cachée par la tige; de plus, ils supposent que dans ce genre, les basales et la plus grande partie des radiales primaires sont enfouies dans la cavité basilo-axillaire, comme dans *Corymbocrinus*, *Megistocrinus*, *Eucalyptocrinus*. Ils citent en particulier une espèce, *Megistocrinus concavus*, dans laquelle les basales et les premières radiales forment les parois d'une profonde cavité centrale où elles disparaissent. Enfin, ces mêmes auteurs seraient disposés à faire de *Polypeltes* un synonyme d'*Abacocrinus*, dans le cas où il serait démontré qu'il existe 4 basales, 3 radiales primaires et un interradius anal distinct; si toutefois il n'existait que 3 basales, ils l'assimileraient plutôt à *Megistocrinus*; enfin, si l'interradius anal était identique aux autres aréas interradiales, le genre d'Angelin deviendrait pour eux un synonyme de *Corymbocrinus*. Les prévisions des savants auteurs américains semblent en partie confirmées par ce que nous avons observé dans *Spyridiocrinus*, qui, bien que laissant à désirer encore au point de vue de la connaissance exacte des basales, permet toutefois, par analogie, d'interpréter et de comprendre le groupement des nombreuses pièces calicinales de *Polypeltes*. Dans ce dernier genre, nous admettons que les radiales primaires et les

Fig. 3.



interradiales qui les accompagnent sont, en totalité ou en majeure partie, cachées par la tige.

Dans la figure 2 de la planche XXIV, que nous reproduisons ici (fig. 3),

(1) Wachsmuth et Springer. 1886. *Rev. Paleoc.* III, p. 108.

le spécimen, représenté par Angelin (1), montre qu'autour de cette tige, les radiales secondaires sont seules visibles et sont disposées deux par deux : les inférieures étant accolées l'une à l'autre ; les supérieures, axillaires, étant séparées par une petite plaque intraradiale. Sur ces plaques supérieures reposent deux files ascendantes de distichiales (3 à 5 pièces) donnant naissance à 4 bras doubles dès la base, ce qui porte le nombre des bras primaires à 8 pour chaque rayon, et à 40 pour la totalité du calice, à moins que le côté anal ne vienne modifier ce chiffre, ce qui est d'ailleurs peu probable.

Cette manière de voir diffère un peu de l'opinion émise par MM. Wachsmuth et Springer, qui pensent que les radiales secondaires sont seulement représentées par deux plaques situées dans le même cycle et que celles-ci sont supportées par une pièce indiquée par suite d'une erreur de dessin comme double, mais devant en réalité être simple et représentant la dernière des radiales primaires qui dépasse la surface d'insertion de la tige.

Notre hypothèse, contrairement à celle des auteurs américains, tendrait à éloigner *Polypeltes* des genres *Corymbocrinus*, *Megistocrinus* et *Abacocrinus*, auxquels ils l'ont comparé, et montre au contraire, qu'entre la forme du Silurien supérieur de Gothland et celle du Dévonien inférieur d'Angers, il existe des liens si intimes et si particuliers, qu'il y aura peut-être lieu de conserver la famille des POLYPELTIDÆ proposée par Angelin et adoptée par Zittel, mais en modifiant complètement la formule donnée par ces auteurs.

Spyridiocrinus se distingue de *Polypeltes*, si l'on admet l'interprétation que nous avons donnée de ce dernier genre (fig. 3), par ses distichiales plus nombreuses et formant 6 rangées au lieu de 4, par suite de l'intercalation de 2 files intermédiaires ; celles-ci seules portent des bras doubles, tandis que les autres sont surmontées par des bras simples. Les bras, au nombre de 10 comme dans *Polypeltes*, sont aussi munis d'articles alternants, mais ne se ramifient jamais à partir du point où ils deviennent libres ; de plus, les interradianales remontent beaucoup plus haut dans la forme silurienne, où elles se continuent sous forme d'interaxillaires petites, et ordinairement au nombre de deux par rangée ; de même aussi, il existe dans *Polypeltes* des interdistichiales dont on ne retrouve pas trace dans la forme du Dévonien d'Angers.

Depuis notre publication sur la faune dévonienne de cette dernière localité, M. l'abbé Rondeau, grâce à de nombreuses courses, a pu

(1) Angelin. 1878. *Icon. crin. Suec.* pl. 24, fig. 2-3.

multiplier la constatation des points fossilifères dans la région comprise depuis les Fourneaux, près Angers, jusqu'à Chauffour. De ses recherches (1), il résulte, ainsi que nous l'avions prévu, que le calcaire est constamment accompagné au nord par une bande de grès dévonien, presque toujours fossilifère, et qu'au delà de ces couches, en se dirigeant toujours plus au nord, on traverse successivement les divers étages du Silurien supérieur et du Silurien moyen ; cette disposition si régulière, déjà constatée par Hermite dans son étude sur le Silurien des environs d'Angers (2) avait été rappelée dans notre note. M. Rondeau a constaté que les calcaires et les grès ont une inclinaison N., de telle sorte que le grès reposant sur le calcaire, paraît lui être supérieur, fait qui s'explique très-aisément, ainsi que nous l'avions déjà indiqué, « en admettant un renversement dans les strates dévoniennes ; cette dernière hypothèse n'aurait rien d'in vraisemblable, ajoutons-nous, puisque les couches siluriennes situées plus au nord et faisant partie du même synclinal, ont, dans leur redressement, dépassé la verticale et sont renversées ainsi que le démontre la coupe d'Hermite (3) ».

En effet, l'anticlinal de Montreuil-Belfroy (tranchée des Granges, ligne d'Angers à Ecoouplant), qu'on retrouve dans la tranchée de Montpellier (ligne d'Angers au Mans), a son flanc sud renversé, ce qui a déterminé une inversion dans la succession stratigraphique des couches.

D'après ces faits, qui viennent confirmer nos conclusions générales, le calcaire est donc bien chronologiquement supérieur au grès à *O. Monnieri*. De plus, par suite du renversement indiqué ci-dessus, il faut admettre que la succession normale des différents bancs à faciès distincts qu'on observe dans la carrière des Fourneaux, a lieu N.-S., c'est-à-dire que la grauwacke est inférieure au calcaire noir, et que le calcaire encrinétique est au sommet.

(1) Rondeau. — Etud. sur le Dév. Env. d'Angers. *Mém. Soc. Agr. Sc. Angers*.

(2) Hermite. — *B. S. G. F.* 3^e sér. T. VI, p. 535.

(3) Oehlert. — *Loc. cit.*, p. 748.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE VII

Spyridiocrinus Cheuxi Oehl. — Les Fourneaux, près Angers, gr. nat.

PLANCHE VIII

- Fig. 1. — *Spyridiocrinus Cheuxi* Oehl. — Calice un peu comprimé, gr. nat.
 Fig. 2. — — Le même, vu de l'autre côté.
 Fig. 3. — — Partie basilaire du même; la cavité axiale, de laquelle on a enlevé la tige, laisse voir la disposition des radiales primaires.
 Fig. 4. — — Base d'un autre individu avec une portion de la tige en place cachant les radiales primaires.
 Fig. 5. — — Coupe verticale schématique de la base d'un calice pour montrer la disposition des radiales primaires accolées contre la tige.
 Fig. 6. — — Développement schématique des plaques calicinales.



REMARQUES SUR QUELQUES FOSSILES DU MUSÉE
DE FLORENCE (1)

Par M. **Albert GAUDRY**

Lorsque j'ai visité le Musée de Florence et que j'ai admiré les pièces de vertébrés fossiles du Val d'Arno, je regrettais que plusieurs de ces pièces si belles ne fussent pas figurées. Notre confrère M. de Stefani, directeur du Musée géologique et paléontologique de Florence, veut combler cette lacune. Grâce à son initiative, MM. Weithofer, Ristori et Fabrini viennent d'entreprendre la description des Singes, des Hyènes, des Machairodus et des Probosciens du Val d'Arno. J'ai l'honneur de présenter à la Société géologique les études de MM. Ristori et Fabrini. Il faut espérer que l'habile directeur du Musée de Florence pourra donner suite à ces publications. Il serait intéressant de connaître dans son ensemble la grande faune qui a marqué le dernier épanouissement du monde paléontologique et a précédé la venue de l'Homme.

Tout en adressant des félicitations aux savants collaborateurs de M. de Stefani, je crois devoir présenter des observations sur quelques points où ils ont émis des opinions différentes des miennes.

M. le Dr Ristori, dans son Mémoire sur les Singes fossiles d'Italie, affirme que le Singe du Val d'Arno, appelé par M. Cocchi *Aulaximus florentinus* n'était qu'un magot (genre *Inuus*). Il rappelle, que dans son travail sur les animaux pliocènes du Roussillon, M. Depéret a écrit que, suivant moi, l'*Aulaximus* était un intermédiaire entre les Macaques et les Semnopithèques ou Mésopithèques; M. Ristori trouve que cette opinion n'est pas fondée.

Je persiste à penser que la dentition de l'*Aulaximus* présente des nuances qui établissent un intermédiaire entre les Magots ou Macaques et les Semnopithèques ou Mésopithèques.

Les Singes non-anthropomorphes de l'Afrique et de l'Asie marquent dans les denticules de leurs arrière-molaires deux tendances ou peut-être mieux deux souvenances différentes : chez les uns, tels que les Semnopithèques et les Colobes, les denticules offrent une souvenance de la forme tapiroïde des Ongulés qui vivent surtout de bourgeons et de feuillages; chez les autres,

(1) Communication faite dans la séance du 19 janvier 1891. Manuscrit remis le même jour.

tels que les Macaques, les Guenons, les Magots, les Cynocéphales, les denticules offrent une souvenance de la forme mamelonnée des Ongulés qui se nourrissent principalement de fruits ou de tubercules. Il y a là des différences analogues à celles que l'on voit chez les Mastodontes à dents tapiroïdes et ceux à dents mamelonnées, chez les Suidés du genre Cochon et du genre Listriodon. Or, à en juger par les figures de M. Ristori et par un bon moulage envoyé autrefois par le Musée de Florence au Musée de Paris, je ne peux m'empêcher de trouver que les arrière-molaires de l'*Aulaxinurus*, tout en étant peu éloignées de celles des Magots, des Macaques, des Guenons, marquent quelque souvenance de la disposition tapiroïde des Semnopithèques, les mamelons d'un même lobe se réunissant deux à deux pour ébaucher une crête. J'ajoute, avec plus de réserve, que les prémolaires et les dents de devant de l'*Aulaxinurus* me semblent occuper un peu moins de place comparativement aux arrière-molaires que dans les Magots, et me font supposer que la face était un peu plus droite. S'il était permis, dans l'état encore très provisoire de nos connaissances, de classer les Singes que je viens de citer, je les disposerais en deux groupes entre lesquels je mettrais *Aulaxinurus*.

Groupe des mangeurs de bourgeons et de feuillages.	{	<i>Semnopithecus</i>	<i>Aulaxinurus</i>	{	<i>Macacus</i>	Groupe des mangeurs de fruits et de tubercules.
		<i>Colobus</i>			<i>Inuus</i>	
		<i>Dolichopithecus</i>			<i>Cercopithecus</i>	
		<i>Mesopithecus</i>			<i>Cynocephalus</i>	

M. Weithofer, dans son travail sur les Hyènes fossiles du Val d'Arno, a mentionné l'*Hyæna brevisrostris*. C'est un animal du Pliocène des environs du Puy, dont le regretté naturaliste Aymard a décrit une énorme tête, imparfaitement dégagée de la pierre et par conséquent difficile à déterminer. En 1873, dans mon mémoire sur le Mont-Léberon, j'ai écrit : Grâce à l'obligeance de M. Félix Robert, j'ai pu étudier dans le Musée du Puy l'*Hyæna brevisrostris*; comme l'*Hyæna eximia*, cette espèce avait une assez grande tuberculeuse supérieure et une carnassière inférieure dépourvue de denticule interne. Récemment, j'ai revu au Puy la tête de l'*Hyæna brevisrostris* et j'ai exprimé à M. Moullade, conservateur du Musée, le vœu qu'une pièce aussi importante fût dégagée et raccommodée, de telle sorte que sa détermination exacte fût possible. M. Moullade s'est empressé de me la confier pour que je la fasse dégager et restaurer dans le Muséum de Paris. Son arrangement nous a donné beaucoup de peine; c'est actuellement une pièce des plus remarquables. J'ai vu que ce qui avait semblé une grande tuberculeuse supérieure n'était qu'un morceau d'os de la mâchoire; nous ne connaissons pas la

tuberculense supérieure de l'*Hyæna brevirostris*. Quant aux carnassières inférieures des deux mandibules, elles sont, ainsi que je l'avais dit, dépourvues de denticule interne. M. Weithofer suppose que j'ai dû me tromper et qu'il y a un denticule. Partant de là, il considère comme espèce différente une grande Hyène du Val d'Arno, dont la carnassière inférieure est dépourvue de denticule interne, et il crée pour elle le nom d'*Hyæna robusta*. Ainsi que va le montrer un mémoire de mon ami M. Marcellin Boule sur l'*Hyæna brevirostris*, cette Hyène n'est peut-être elle-même qu'une variété de forte taille de l'*Hyæna Perrieri*. Pour moi, dans l'état de nos connaissances, les trois Hyènes pliocènes, *H. Perrieri* d'Issoire, *H. brevirostris* du Puy, *H. robusta* du Val d'Arno, sont une même espèce qui a été la descendante de l'*Hyæna eximia* de Pikermi et l'ancêtre de l'*Hyæna crocuta (spelæa)* quaternaire et actuelle.

Dans son travail sur le *Machairodus* du Val d'Arno, M. Fabrini regrette qu'on n'adopte pas pour cet animal le nom de *Meganthereon*. Il dit que j'ai préféré à ce nom, celui de *Machairodus* par la raison qu'il est le plus généralement employé : *ce n'est certainement pas, dit-il, une bonne raison*. Je suppose que M. Fabrini attache peu d'importance à ce reproche, car il m'imita tout en me critiquant; il conserve, comme moi, le nom de *Machairodus*. C'est qu'en réalité, il a cité incomplètement mes paroles. Ce que j'ai écrit dans mon ouvrage sur l'Attique, est trop long pour que je le reproduise. Je me contenterai de dire ceci : Croizet, malgré Bravard, crut le *Felis meganthereon*, différent de la bête qui avait des canines en forme de lames de poignard et par conséquent son plus important caractère lui échappa; néanmoins la hauteur de son menton le frappa et il écrivit : *Si quelques naturalistes pensaient qu'on doit regarder cet animal comme le type d'un genre nouveau, on pourrait le nommer simplement Meganthereon, mot qui deviendrait le nom du genre*. Nous ne saurions conclure de ces paroles que Croizet a créé le genre *Meganthereon*, attendu qu'en 1833, Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire écrivait que le curé de Neschers proposait les noms de *Steneodon*, *meganthereon* et de *Steneodon cultridens*. Quatre ans après, Huot disait que l'abbé Croizet a formé dans le genre *Ursus* un sous-genre *Cultridens*, comprenant trois espèces trouvées à Issoire. Le nom générique de *Meganthereon cultridens* a été proposé en 1854, c'est-à-dire 22 ans plus tard que celui de *Machairodus* (1832).

NOTE SUR LE PÉRISTOME D'UN RHACOPHYLLITES (1)

par M. C. DE STEFANI.

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt la *Note* de M. Haug sur le péristome du *Phylloceras mediterraneum* publiée dans le Bulletin du mois d'Août dernier.

L'intérêt pour moi ressort de ce que j'avais dès longtemps figuré et décrit le péristome, presque identique, d'un *Rhacophyllites* (2), dont l'étrangeté avait frappé M. Canavari, qui avait cru y voir un caractère propre à distinguer *Rhacophyllites* des *Phylloceras* (3). Maintenant les observations de M. Haug montrent que les différences entre les deux genres, en ce qui concerne le péristome, ne sont pas si profondes qu'on aurait pu le croire tout d'abord.

Le *Rhacophyllites lunense* de St. (qu'il ne faut pas confondre avec le *Phylloceras lunense* Menegh.) est une de ces espèces de la zone à *Arietites* du Lias inférieur de la Toscane qui précèdent et remplacent dans la province méditerranéenne le *R. mimatense* d'Orb. des provinces plus septentrionales et qui diffèrent principalement par l'angle à peu près droit que les tours font dans la partie circonscrivant l'ombilic, au lieu d'y être presque uniformément convexes. Quand j'ai figuré l'espèce, je ne connaissais que le côté gauche de l'ouverture; mais dernièrement j'ai réussi à dégager aussi la face opposée tout à fait symétrique.

Je décrirai le péristome comparativement à celui du *Phyll. mediterraneum* et je dirai seulement que mon espèce, ainsi qu'on peut le voir par la figure, est presque complètement lisse, à l'exception de quelques sillons transversaux à peine convexes, en arrière, dans le dernier tour, et de quelques faibles bourrelets légèrement sigmoïdaux, comme dans le *P. mediterraneum*, mais descendant jusqu'à l'ombilic, tout près de l'ouverture.

En partant de l'ombilic, le bord du péristome, au lieu d'être tout d'abord parallèle aux varices internes, s'infléchit fortement en avant, en exagérant de beaucoup l'inflexion partielle des varices. Après avoir atteint presque le milieu des flancs, à la hauteur où se

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 19 Janvier 1891.

(2) C. de Stefani, Lias inferiore ad Arieti dell' Apennino settentrionale. Pisa, Nistri, 1886, p. 49, Tav. III, f. 1, 2.

(3) M. Canavari, Contribuzione alla fauna del Lias inferiore di Spezia. (*Mem. del R. Comitato geologico*. Vol. III, 1888, p. 103, note 3).

fait la flexion en arrière des varices, le bord, en faisant une légère courbe convexe à l'extérieur, est porté en arrière, très brusquement, presque en ligne droite; puis en formant une courbe concave exactement semblable mais inverse à la courbe convexe ci-dessus indiquée, il s'infléchit de nouveau en avant parallèlement à l'inflexion qui partait de l'ombilic, et arrive à former sur la partie externe une grande expansion à l'instar d'un toit, dont le bout extérieur, malheureusement, est cassé : on ne sait donc pas si elle se terminait en pointe ou plus probablement en languette. L'expansion externe et l'expansion latérale délimitent une vaste échancrure presque triangulaire. Il est à observer que l'oreillette latérale est tout à fait lisse; seulement, dès l'ombilic jusqu'à la concavité supérieure, on y voit une légère et étroite dépression parfaitement parallèle au péristome. L'expansion tectiforme, au contraire, est ornée de bourrelets presque parallèles qui partent juste en avant du dernier sillon transversal de la coquille. La forme du péristome est la même sur les deux flancs.

Les différences entre le péristome de notre espèce et celui du *Phyll. mediterraneum* consistent dans le bord inférieur de l'oreillette latérale qui s'infléchit tout de suite à partir de l'ombilic, au lieu d'être d'abord parallèle aux varices internes; dans la position de l'oreillette, qui est plutôt inférieure que supérieure au milieu des flancs; dans le bord inférieur de l'expansion tectiforme, qui s'infléchit tout de suite au-dessus de l'oreillette; dans l'échancrure supérieure qui est triangulaire et non arrondie, et dans l'expansion supérieure ou ventrale, qui a plutôt la forme d'un capuchon que d'une languette. A tout prendre, les différences ne sont pas trop considérables et l'on ne peut pas encore se prononcer sur la possibilité qu'elles suffisent à elles seules à distinguer les *Rhacophyllites* des vrais *Phylloceras*.

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN HOILLER
DU MONTE PISANO (1).

par M. C. DE STEFANI

L'année dernière j'annonçais la découverte du terrain houiller dans le *verrucano* du Monte-Pisano. Je n'avais pas indiqué la localité précise parce que je me proposais de faire de nouvelles recherches et de compléter mes collections. Je n'avais pas tort, car ayant communiqué verbalement le nom de la localité (la Traina près du Borgo, dans la vallée de Santa-Maria del Giudice) à mes amis, elle a été déjà tant de fois visitée et fouillée, que la récolte des fossiles y sera dorénavant très difficile. Je l'ai visitée pour la seconde fois le mois d'août dernier : des défrichements très récents avaient mis à nu une couche de 15 mètres de puissance environ, supérieure à celle que j'avais vue autrefois, et remplie d'empreintes de fougères dans un parfait état de conservation. Les neuf dixièmes des échantillons récoltés appartiennent à la *Scolecoperis polymorpha* Brong., et à une *Hawea* sp. bien souvent pourvue de ses fructifications et représentée par toutes les variétés possibles. Les autres espèces que je me propose de faire figurer sont : *Scolecoperis* deux espèces, *Alethopteris Lamuriana* H., *Diplazites unitus* Brong., *Diplothemema Pluckenetii* Brong., *Tæniopteris* sp., *Calamites* sp., *Asterophyllites longifolius* Brong., *Sphenophyllum emarginatum* Brong., *Trizygia* sp. assez commune, *Cordaites borassifolius* Schl.

La découverte du genre *Trizygia*, qui a été observé par M. de Bosniacki, est très intéressante. On ne le connaissait jusqu'à présent, avec ce nom, que dans les couches de Damuda constituant l'étage moyen du système de Gondwana, dans les Indes, et attribuées au Trias inférieur. Pourtant M. Meneghini l'avait dès longtemps indiqué et figuré dans le Carbonifère supérieur de la Sardaigne avec le nom de *Sphenophyllum* sp. (2). L'empreinte figurée, quoique incomplète, est identique à l'espèce du Monte Pisano. Il est très probable d'ailleurs qu'il s'agit d'une vraie *Sphenophyllidea* et que l'espace a été indiquée même ailleurs dans de véritables terrains carbonifères : par exemple certains *Sphenophyllum emargi-*

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 19 Janvier 1891.

(2) J. Meneghini, *Paléontologie de l'île de Sardaigne*, Turin, 1857, p. 180, Pl. D. fig. V, 7, 7b, 7a.

natum du Pas-de-Calais, figurés par M. Zeiller, y correspondent beaucoup.

Toutes les espèces ci-dessus indiquées sont communes dans les couches supérieures du Houiller supérieur; quelques-unes arrivent, il est vrai, au Permien; mais si nous réfléchissons qu'il n'y a pas le moindre mélange de genres caractéristiques du Permien, nous n'hésiterons pas à reconnaître que les dépôts du Monte Pisano appartiennent à la partie la plus supérieure du Houiller supérieur. D'ailleurs la flore est exactement comparable à celle de Jano et de la Sardaigne, que M. Meneghini avait déjà attribuée à l'âge sus-indiqué. Il est très probable que les couches à *Nevropteris* et *Sphenopteris* de Girolata et Osani, dans l'île de Corse, doivent être rapportées au même niveau. Au contraire, les couches à *Lepidodendron* et *Sphenopteris* de Pietratagliata, dans les Alpes-Maritimes, de la Thuile et de la vallée du Mélezet, dans le versant italien des Alpes occidentales, appartiennent certainement à un horizon un peu plus ancien, voire à la partie inférieure du Houiller supérieur. Les dépôts du Frioul, illustrés dernièrement par M. Bozzi, ainsi que ceux de l'Auernig et de la Kronalpe, près de Pontafel, se rapprochent surtout de ceux de la Toscane et de la Sardaigne.

Il est à observer qu'aussi bien dans les Alpes-Maritimes que dans le Monte-Pisano, les sédiments houillers recouvrent des grès, des quartzites et des poudingues. Ces derniers étaient le type de l'ancien *verrucano* dont l'âge a été tant discuté. Désormais l'âge du typique *verrucano* du Monte-Pisano est définitivement déterminé.

ADJONCTIONS A LA GÉOLOGIE DE L'INDE FRANÇAISE,
PRINCIPAUX FOSSILES DU TERRAIN CRÉTACÉ (1)

par M. H. LÉVEILLÉ

J'ai dit dans ma Géologie de l'Inde Française que les terrains crétacés dans le Sud de l'Inde se rapportaient à quatre types désignés par les noms des villes ou des villages près desquels se rencontrent ces terrains. Le premier type, qui porte le nom de type ou groupe d'Utatur, correspond au Cénomaniens; le second, celui de Trichinopoly, au Turonien; celui d'Arialur au Sénonien et celui de Ninnyur au Danien (2).

On rencontre près de Pondichéry les trois types de Utatur, Arialur et Ninnyur, c'est-à-dire le Cénomaniens, le Sénonien et le Danien. La faune du groupe d'Utatur est très riche. Outre une espèce indienne du genre *Ichthyosaurus*, on y rencontre un grand nombre d'invertébrés.

Les céphalopodes sont surtout abondants. On en compte plus d'une centaine d'espèces. Les gastéropodes sont moins nombreux que dans les autres groupes et sont en majorité des formes littorales. Signalons les espèces suivantes :

- Belemnites fibula* Forbes.
- Nautilus pseudo-elegans* d'Orbigny.
- Ammonites rotomagensis* DeFrance.
- *Mantelli* Sowerby.
- Baculites vagina* Forbes.

La faune invertébrée du Sénonien d'Arialur surpasse en richesse celle d'Utatur. Rappelons que c'est dans l'étage sénonien d'Arialur que l'on a rencontré un *Megalosaurus*. Les terrains d'Arialur sont remarquables par le grand nombre de gastéropodes qu'on y rencontre. Les céphalopodes, au contraire, y sont peu nombreux. Citons dans ce groupe :

- Ammonites Sugata* Forbes.
- *Gardeni* Baily.
- *Arrialoorensis* Stoliczka.

Le Danien présente comme fossile caractéristique le *Nautilus danicus* Schlotheim. — Le *Nautilus danicus* est le seul céphalopode que l'on ait, je crois, rencontré ici jusqu'à présent dans le Danien.

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 19 Janvier 1891.

(2) Cf. *B. S. G. F.*, tome XVIII, 1889, p. 146.

Voici maintenant les espèces plus spéciales à Pondichéry et caractéristiques des terrains de Valdaour et de Sedrapet, les deux localités voisines de notre établissement où affleurent les terrains crétacés. Les fossiles marqués d'un astérisque se trouvent dans des couches de grès dépendant des formations secondaires.

<i>Ammonites Siva</i> Forbes	<i>Nautilus pondicheriensis</i> Blanford.
— <i>Rembda</i> Forbes.	— <i>Bouchardianus</i> d'Orbigny.
— <i>Varuna</i> Forbes.	— <i>danicus</i> Schlotheim.
— <i>Indra</i> Forbes.	— <i>serpentinus</i> Blanford.
— <i>Surya</i> Forbes.	<i>Baculites vagina</i> Forbes.
— <i>Rouyanus</i> d'Orbigny.	<i>Otodus minutus</i> Egerton*.
— <i>diphylloides</i> Forbes.	<i>Odontapsis constrictus</i> Egerton.
— <i>Yama</i> Forbes.	<i>Sphaerodus rugulosus</i> Egerton.
— <i>Cunliffei</i> Forbes.	<i>Hemiaster expansus</i> Forbes*.
— <i>Menu</i> Forbes.	— <i>rana</i> Forbes*.
— <i>Egertonianus</i> Forbes.	— <i>sexangulatus</i> d'Orbigny
— <i>Ganesa</i> Forbes.	<i>Cyclolites conoidea</i> Stoliczka*.
<i>Belemnites fibula</i> Forbes.	— <i>filamentosa</i> Forbes*.
<i>Nautilus valudayurensis</i> Blanford.	

APERÇU SUR L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU SAHARA, DEPUIS
LES TEMPS PRIMAIRES JUSQU'A L'ÉPOQUE ACTUELLE (1)

par M. **Georges ROLLAND**

J'ai présenté à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 22 décembre 1890, une carte géologique générale du Sahara (2), allant depuis l'Océan Atlantique jusqu'à la mer Rouge, depuis l'Atlas et la Méditerranée jusqu'au Soudan.

On trouvera ci-joint (fig. 1) cette carte, forcément sommaire et à petite échelle, qui embrasse l'ensemble de la zone saharienne tout entière et résume l'état actuel de nos connaissances sur la constitution de cette partie du globe.

Pour la dresser, j'ai utilisé la carte géologique de l'Afrique occidentale, par M. O. Lenz (3), ma propre carte géologique de l'Atlas au Ahaggar et du Maroc à la Tripolitaine (4), la carte géologique des déserts libyque et arabe, par M. K. Zittel (5), puis, dans une certaine mesure, la petite carte géologique du Sahara (entre le Maroc et la mer Rouge) par M. E. Suess (6), et enfin divers renseignements tirés des relations de voyages au Sahara.

Avec cette carte sous les yeux, je vais essayer de tracer à grands traits l'histoire géologique du Sahara.

L'Afrique, considérée dans son ensemble, n'a cessé de former un vaste continent depuis des temps fort reculés dans la série géologique. C'est, dit M. Pomel (7); « peut-être le plus ancien des continents; » c'est, de plus, « le mieux conservé de tous. »

L'intérieur même du continent africain présente des terrains cristallins anciens, des terrains paléozoïques et triasiques (ainsi que des formations continentales récentes). Mais les sédiments marins d'âges postérieurs — jurassiques, crétacés, tertiaires — y font défaut : ils ne s'observent que sur le pourtour, le long des rivages actuels, ou

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 19 janvier 1891.

(2) L'insertion de cette carte a été autorisée par le Conseil dans sa séance du 19 Janvier 1891.

(3) *Mittheilungen*, 1882.

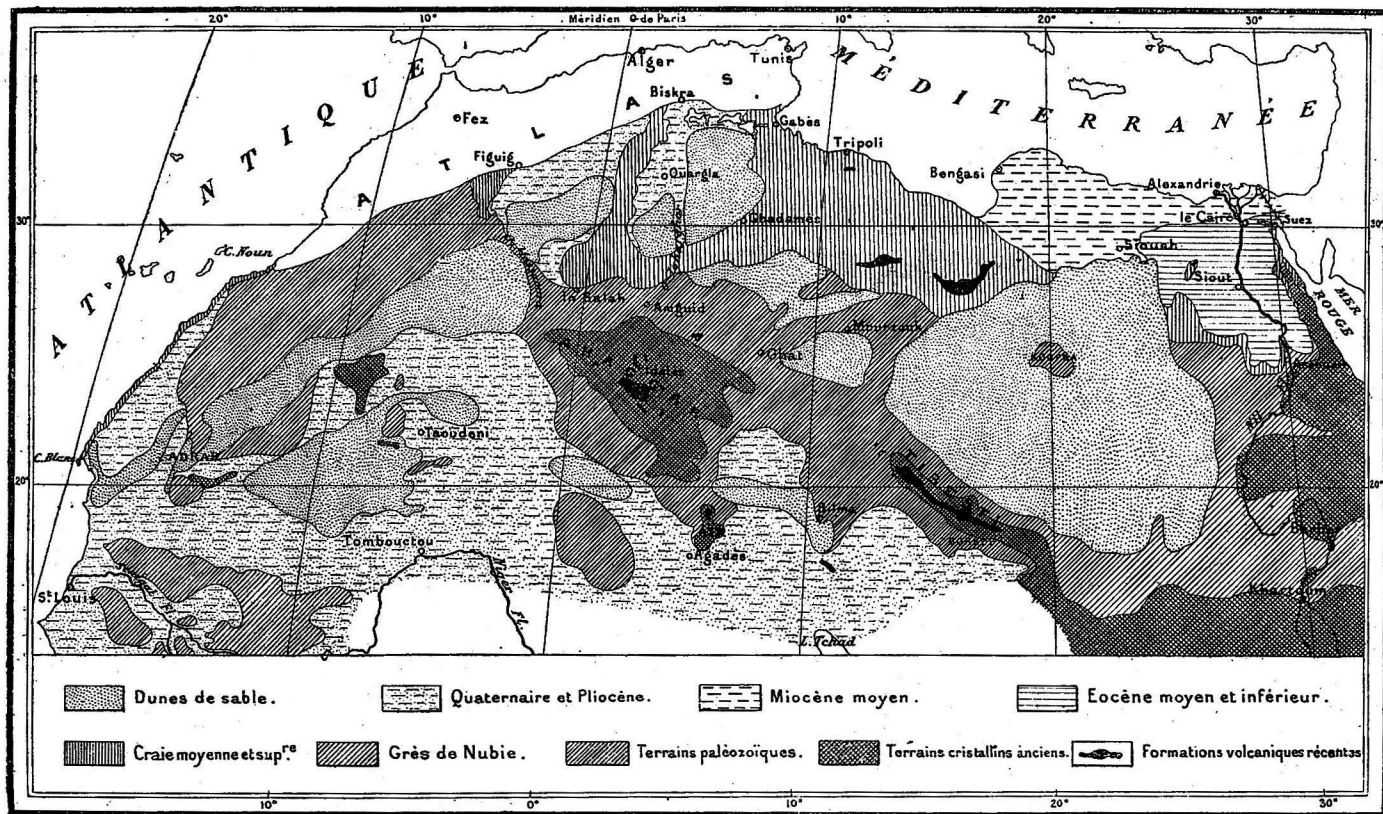
(4) Première édition, 1881 (*B. S. G. F.*, 3^e série, t. IX, p. 508). Deuxième édition (*Association française pour l'avancement des sciences*, 1888).

(5) *Académie des Sciences de Munich*, 1880.

(6) E. Suess. — *Das Aulitz der Erde*, 1885.

(7) A. Pomel. — *L'Algérie et le Nord de l'Afrique aux temps géologiques* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, 1881).

ESSAI D'UNE CARTE GÉOLOGIQUE DU SAHARA DE L'ATLANTIQUE A LA MER ROUGE



Dressé par M. G. Rolland

à proximité; ils n'y occupent, d'ailleurs, que des zones généralement étroites.

D'autre part, l'ensemble de l'Afrique figure un immense plateau, une énorme gibbosité, aux contours arrondis et à peine frangés. Les terrains sédimentaires qu'on y rencontre, tant à l'intérieur que sur le pourtour, se présentent, règle générale, en couches presque horizontales ou, du moins, dans des positions voisines de celles où leurs couches se sont déposées; malgré de grandes lacunes, les formations successives sont en stratification concordante.

Autrement dit, l'Afrique, telle que nous la voyons, est presque entièrement émergée depuis la fin du Triasique, et, depuis lors, ce continent n'a presque pas bougé. Ses rivages maritimes ont très peu varié, pour la plupart, au cours des périodes secondaires (à partir du Jurassique) et tertiaires. Son domaine s'est accru relativement fort peu, pendant ces périodes successives, sous l'influence des déformations et des bossellements de l'écorce terrestre.

Toutefois l'Afrique septentrionale — ou, plus exactement, le nord de l'Afrique septentrionale — fait exception.

Et d'abord, au nord-ouest, se dresse le massif montagneux de l'Atlas, qui représente une zone fortement plissée, tranchant complètement, par son allure stratigraphique, avec le plateau du continent africain et correspondant bien plutôt, comme histoire géologique, à l'Europe méridionale.

Ensuite ce sont les terrains jurassiques et surtout les terrains crétacés et tertiaires qui constituent essentiellement l'Atlas algérien et tunisien, c'est-à-dire toute la partie de l'Atlas située à l'est du grand Atlas marocain. Ce sont également les terrains crétacés et tertiaires qui règnent au travers du Sahara algérien, tripolitain, libyque et arabe (jusqu'à la chaîne montagneuse du bord occidental de la mer Rouge): le Sahara septentrional offre ainsi, entre sa partie occidentale et la mer Rouge, une large zone qui fait partie intime du bassin géologique de la Méditerranée et dont l'émergence est beaucoup moins ancienne que pour le reste du Sahara et de l'intérieur africain.

Mais, — sauf cette zone crétacée et tertiaire du Sahara septentrional et la zone adjacente de l'Atlas tunisien et algérien, — l'Afrique septentrionale elle-même n'a pas cessé d'être reliée au continent africain depuis le début des temps secondaires ou mésozoïques.

On voit immédiatement, en effet, à l'inspection de ma carte géologique d'ensemble du Sahara (fig. 1), que ce qui prédomine de beaucoup à sa surface, ce sont les terrains primaires ou paléozoïques, au milieu desquels apparaissent des îlots plus ou moins im-

portants de terrain primitif et de formations cristallines anciennes. De même, le terrain primitif et les terrains paléozoïques constituent, concurremment avec les terrains triasiques, la masse principale du grand Atlas marocain, autour duquel les terrains secondaires forment seulement ceinture à l'ouest, au nord et à l'est.

Le moment ne semble pas venu où l'on puisse retracer avec précision l'histoire géologique du Sahara pendant les temps paléozoïques. Il est certain, du moins, que, pendant le Dévonien, la mer recouvrait en majeure partie l'emplacement du Sahara occidental et central. Un mouvement d'émergence se produisit ensuite dans le Sahara central, où le terrain carbonifère est à peine représenté; mais la mer carbonifère occupait encore le Sahara occidental et l'Atlas marocain (1). L'émergence complète et définitive du Sahara occidental eut lieu à la fin de la période carbonifère, et il semble qu'elle ait coïncidé avec le soulèvement qui donna lieu aux plissements primordiaux des massifs montagneux du grand Atlas marocain, au nord-ouest de l'Afrique, et de la Cordillère bétique, au sud-ouest de l'Espagne (massifs qui ne formaient sans doute alors qu'un seul et même système de chaînes) (2).

L'émergence définitive du grand Atlas marocain ne fut, d'ailleurs, que postérieure; car on y trouve un système développé de couches permo-triasiques, en discordance avec les terrains paléozoïques précédents. Mais, à partir du Jurassique, cette partie occidentale de l'Atlas n'a cessé de former, à l'angle nord-ouest du continent africain, un promontoire saillant (séparé dès lors du continent espagnol par un canal méditerranéen). Au contraire, les régions de l'Atlas algérien et tunisien devaient rester dans le domaine maritime de la Méditerranée pendant le Jurassique, le Crétacé, l'Eocène et le Miocène.

Le Sahara occidental demeura terre ferme depuis son émergence, c'est-à-dire depuis le Carbonifère. Il en est de même pour le Sahara central, sauf pour le nord, où un mouvement inverse d'affaissement et d'immersion se produisit pendant le Crétacé.

Les couches de la Craie moyenne règnent avec continuité dans tout le Sahara algérien et tripolitain (3). C'est le Cénomani qui

(1) Il est probable qu'il y a de la houille dans l'Atlas marocain. Mais, dans l'Atlas algérien et tunisien, la véritable série houillère fait absolument défaut.

Au Sahara, il serait également illusoire, jusqu'à plus ample informé, d'espérer trouver de la houille. On n'a même pas la chance de rencontrer au sud du Sahara algérien (sur le tracé du chemin de fer transsaharien) les lignites, d'ailleurs inutilisables, qui ont été signalés dans la Craie inférieure de l'Atlas algérien, au Djebel Amour et près de Bou-Saada.

(2) M. Bertrand et W. Kilian. — *Mission d'Andalousie*, 1885.

(3) G. Rolland. — Les terrains crétacés du Sahara septentrional. (*B. S. G. F.*, 3^{me} série, tome IX, 1881).

repose directement sur le Dévonien (sans doute sur le Dévonien moyen) tant à l'ouest, aux confins du Sahara occidental, qu'au sud, sur le versant du Sahara central proprement dit. Une grande lacune apparaît ainsi dans la série des formations géologiques, lacune correspondant au Carbonifère, au Permien, au Triasique, au Jurassique, à la Craie inférieure et à la partie inférieure de la Craie moyenne (Albien). Néanmoins la Craie inférieure et les grès albiens, si développés dans le Sud de l'Atlas algérien et tunisien, doivent se poursuivre à une certaine distance en profondeur sous les couches cénomaniennes du Sahara (1).

Le retour de la mer crétacée vers le Sahara central eut lieu progressivement, sans qu'il soit possible de préciser la durée de ce mouvement graduel d'affaissement.

Pour ce qui est, d'autre part, du Sahara oriental, son histoire jusqu'au Cénomaniens est des plus controversées.

De ce côté, les régions méridionales du Sahara sont occupées par la grande formation sans fossile des grès de Nubie, laquelle repose directement, au sud et à l'est, sur les terrains cristallins anciens et sur laquelle repose, au nord, le Cénomaniens. Or, il existe deux écoles tout à fait divergentes au sujet de l'âge de cette formation. Si les grès de Nubie sont permo-carbonifères (2), on est conduit pour le Sahara oriental à des conclusions analogues aux précédentes : émergence vers la fin des temps paléozoïques et retour graduel de la mer crétacée dans le nord jusqu'au Cénomaniens. Si, au contraire, les grès de Nubie sont albiens (3), la mer avait envahi tout le Sahara oriental dès le début de la Craie moyenne, puis s'est retirée dans le nord vers la fin de l'Albien.

Quoi qu'il en soit à cet égard, les oscillations du Sahara oriental (4) s'arrêtèrent vers l'est au massif primitif du bord occidental de la mer Rouge. Celui-ci, d'ailleurs, ne faisait qu'un, jusqu'à une époque géologique récente, avec les massifs identiques

(1) Quant aux terrains jurassiques, ils apparaissent assez fréquemment, par suite de failles, dans l'Atlas algérien et tunisien, où ils forment, d'après M. Pomel, le substratum principal et fondamental de la chaîne actuelle. Mais il est impossible de présumer jusqu'où ils règnent en profondeur vers le sud.

(2) B. S. G. F., 2^e série, tome XVI, 1838. — R. Tate, On the Age of the Nubian Sandstone (*Quart. Journ. geol. Soc.* 1871). — E. Suess, Das Antlitz der Erde, 1885.

(3) L. Lartet, Essai sur la géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes, 1869. — K. Zittel, Ueber den geologischen Bau der libyschen Wüste (*Académie des Sciences de Munich*, 1880). — A. Péron, Essai d'une description géologique de l'Algérie, 1883.

(4) Aussi bien les suivantes que celles dont il vient d'être question.

du bord oriental de la mer Rouge et de la presqu'île du Sinaï : le terrain primitif n'a cessé de former ainsi une protubérance s'interposant, d'une manière immuable, entre les bassins latéraux de l'Afrique et de l'Asie (1).

En résumé, la situation pendant l'époque cénomanienne était la suivante dans l'Afrique du Nord. La Méditerranée recouvrait l'Atlas algérien et tunisien, le Sahara algérien et tripolitain, le Nord du Sahara oriental. A l'ouest, elle baignait le flanc oriental du massif saillant du grand Atlas marocain, au nord duquel un canal la faisait déjà communiquer avec l'Atlantique. Au sud-ouest, elle s'arrêtait quelque part aux confins du Sahara occidental, qui s'interposait alors entre deux régions maritimes. Au sud, ses rivages traçaient, de l'ouest à l'est, une ligne largement sinueuse sur le versant du Sahara central proprement dit et au travers du Sahara oriental. A l'est, elle baignait le pied du grand massif cristallin des régions limitrophes de la mer Rouge actuelle, et elle contournait ce massif au nord par l'isthme de Suez. Puis, au-delà de notre zone saharienne, vers le nord-est, la même Méditerranée s'étendait en Arabie Pétrée et en Palestine.

Le tableau ne varia guère pendant le reste de la Craie moyenne et pendant la Craie supérieure.

Cette mer crétacée du Sahara devait présenter de grandes conditions de calme et d'uniformité, tant au point de vue biologique des êtres qui l'habitaient qu'au point de vue des phénomènes de sédimentation qui s'y produisirent. Les mêmes faunes, auxquelles on a pu donner le nom de faunes à faciès méditerranéen, vécurent le long de ses rivages africains. Les mêmes sédiments, où dominaient les calcaires et les marnes, se déposèrent sur de grandes étendues de son bassin.

L'Afrique du Nord participa ensuite aux oscillations de l'écorce terrestre qui amenèrent de si grands changements en Europe vers la fin de la période crétacée. Alors commença un mouvement lent et progressif d'exhaussement et d'exondation du Sahara septentrional, mouvement d'ailleurs inégal suivant ses diverses régions.

Dès la fin du Crétacé, le Sahara tripolitain était entièrement émergé et définitivement annexé au continent africain. Quant au Sahara algérien et tunisien, son émergence graduelle (bien qu'encore incomplète au début de l'Eocène) était achevée avant la fin de l'Eocène inférieur. Dès lors, une plaine immense s'élevait en pente douce vers le massif en relief du Sahara central.

(1) C'est un grand *horst*, suivant la théorie et l'expression de M. Suess.

Mais au nord, l'émersion de la zone adjacente, actuellement occupée par l'Atlas algérien et tunisien, fut bien postérieure. De plus, tandis que dans le Sahara il y avait eu soulèvement d'ensemble, ayant peu altéré l'horizontalité des couches, — de sorte que le fond de l'ancienne mer crétacée apparaît à peu près tel qu'il s'est déposé, — l'Atlas fut, au contraire, le siège d'actions mécaniques qui plissèrent fortement ses strates et donnèrent lieu au massif montagneux que nous y voyons aujourd'hui.

Aux mouvements de la fin du Crétacé correspondent les discordances de stratification, parfois très marquées, que l'on observe fréquemment dans l'Atlas entre le Nummulitique et les formations sous-jacentes. Puis, entre le Nummulitique et le Miocène, — et comme contre-coup du soulèvement des Pyrénées, — se place une phase d'accentuation des reliefs de l'Atlas : c'est de là que date réellement la première esquisse de la partie occidentale du bassin méditerranéen actuel. Un mouvement inverse de retour de la Méditerranée eut lieu, par suite de nouvelles oscillations de l'écorce terrestre dans l'Afrique du Nord, entre le Miocène inférieur et le Miocène moyen, et la mer helvétique occupa encore une grande partie de l'Atlas algérien et tunisien ; peut-être même s'avancait-elle, sous forme d'un petit golfe, dans le nord du Sahara de Constantine. Enfin, après le Miocène moyen (après le dépôt et la consolidation des couches helvétiques à *Ostrea crassissima*) se produisit le soulèvement principal de l'Atlas, — comme contre-coup du soulèvement principal des Alpes — : c'est de là que date l'émersion définitive du massif montagneux de l'Algérie et de la Tunisie, ainsi que la formation du système de ses ridements caractéristiques. Dès lors, la Méditerranée se trouva rejetée au pied nord de l'Atlas. La démarcation entre le domaine continental et le domaine maritime fut tracée par une zone de dislocation qui longe, ou à peu près, le littoral actuel : au nord de cette zone, il y eut effondrement sous les eaux de la Méditerranée, tandis qu'au sud, il y eut soulèvement ou plutôt refoulement contre le continent africain (1).

(1) Ces phénomènes mécaniques et les dispositions qui en résultent ont été mis en évidence par M. E. Suess (*Das Antlitz der Erde, 1885*). L'éminent géologue distingue, du nord au sud : une première zone de dislocation, le long de laquelle eurent lieu des éruptions volcaniques ; une seconde zone, immédiatement adjacente et assez étroite, qui est jalonnée par des lambeaux de terrains cristallins anciens et de terrains paléozoïques, ramenés au jour le long du littoral méditerranéen de l'Atlas ; enfin, une troisième et large zone, qui est représentée par le massif même de l'Atlas algérien et tunisien, et qui comprend des terrains jurassiques, crétacés et tertiaires, fortement plissés et refoulés vers le plateau africain. Dispositions identiques à celles qu'on observe, sur les bords opposés du même bassin de la Méditerranée, dans les Apennins, en Italie et dans la Cordillère bétique, en Espagne.

Bien que préexistant, le grand Atlas marocain (avec ses dépendances) fut certainement affecté par les mêmes systèmes de dislocations et de plissements que l'Atlas algérien. Le canal actuel de Gibraltar date de la même époque que le soulèvement principal de l'Atlas et semble dû à un effondrement, entre les côtes marocaines et espagnoles, suivant l'axe de dislocation du littoral algérien.

Au sud, la limite des régions plissées de l'Atlas et du plateau saharien est nettement tracée depuis l'Atlantique jusqu'au golfe de Gabès (1).

Il nous reste à dire quelques mots, d'autre part, des mouvements post-crétacés du Sahara oriental.

Le mouvement général d'exhaussement et d'exondation du Sahara septentrional, qui s'accomplit vers la fin du Crétacé dans le Sahara tripolitain et s'acheva peu après dans le Sahara algérien, ne se fit sentir que plus tardivement dans l'est de la zone saharienne. La Méditerranée nummulitique s'avancait encore, sous forme d'un large golfe, dans la partie orientale du désert libyque et dans le désert arabe; ce golfe persista jusque vers la fin de l'Eocène moyen : alors seulement la mer se retira et le Sahara oriental émergea tout entier. Depuis lors, il n'a cessé d'être relié à la terre ferme, sauf un retour de la mer du Miocène moyen dans le nord des déserts libyque et arabe. Ce retour fut, d'ailleurs, de courte durée, et une nouvelle oscillation annexa définitivement au continent africain tout le nord du Sahara oriental; il y eut même alors, suivant M. Zittel (2), un exhaussement assez important pour donner lieu, de ce côté, à un isthme provisoire de communication entre le nord de l'Afrique et le sud de l'Europe.

Quant à la mer Rouge, qui, aujourd'hui, limite à l'est notre zone saharienne, elle est due, d'après M. Suess, à un grand effondrement de voussoir, de date fort récente, effondrement qui coupe en son milieu le massif primitif interposé entre l'Afrique et l'Asie (3).

En résumé, et d'une manière générale, on peut dire que toute l'Afrique du Nord, tout l'Atlas et tout le Sahara, de l'Atlantique

(1) A l'est, la limite du principal effort de soulèvement de l'Atlas est marquée par la grande faille du Zaghuan, ainsi que je m'en suis rendu compte dans mon exploration géologique en Tunisie (1885). (*B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, 1889).

(2) K. Zittel, *Die Sahara*, 1883.

A vrai dire, l'histoire géologique de cette partie nord-est de l'Afrique pendant la fin du Miocène et le Pliocène est encore imparfaitement connue.

(3) E. Suess, *Das Antlitz der Erde*. — Deux grandes zones de dislocation, dirigées l'une suivant la mer Rouge et le golfe de Suez, l'autre suivant la mer Morte et le Jourdain, auraient alors découpé le massif primitif de ces régions, en trois

à la mer Rouge, font partie — ou à très peu près — du continent africain depuis la fin du Miocène moyen. L'Atlas a subi encore, après son soulèvement principal, une série d'exhaussements complémentaires, correspondant à une série d'affaissements dans les régions adjacentes du Sahara; néanmoins les contours du littoral africain de la partie occidentale de la Méditerranée n'ont pas sensiblement varié pendant le Pliocène et le Quaternaire. Pour ce qui est de la partie orientale de la Méditerranée, les contours définitifs de son littoral africain sont plus récents; mais, de ce côté, c'est plutôt le domaine continental qui a rétrogradé devant le domaine maritime.

L'hypothèse d'une mer quaternaire au Sahara doit être, en principe, écartée (1). Tout au plus admettons-nous, jusqu'à nouvel ordre, l'existence possible d'un golfe quaternaire de la Méditerranée à l'ouest du delta du Nil. Quant à la question d'un golfe méditerranéen à l'ouest de Gabès, dans les chotts du Sud tunisien et algérien, elle est résolue négativement.

Pendant le Pliocène et le Quaternaire, l'histoire géologique du Sahara est caractérisée surtout par l'histoire de son climat.

Un climat très humide épancha sur sa surface des masses énormes d'eaux diluviennes, qui déblayèrent ici et remblayèrent là sur une échelle colossale (atterrissements sahariens) (2).

Puis les eaux se retirèrent graduellement et les ancêtres de

parties distinctes (littoral égyptien et littoral arabe de la mer Rouge, presqu'île du Sinaï).

La mer Rouge se serait formée comme la vallée du Rhin. De même que les massifs de la Forêt-Noire et des Vosges représentent un *horst*, à l'est et à l'ouest duquel se sont affaissés les bassins de l'Allemagne du Sud et de Paris, et qui est coupé en deux par l'effondrement de la vallée du Rhin, de même, entre l'Afrique et l'Asie, le terrain primitif émerge comme un *horst* des grès de Nubie et des plateaux crétacés et tertiaires, et, de même, ce *horst* primitif est coupé en son milieu par le grand effondrement de la mer Rouge.

Mentionnons également, au sud de la mer Rouge, la grande falaise nord-sud qui limite à l'est le plateau de l'Abyssinie (en contre-haut du pays des Somalis). Elle est due, d'après M. Douvillé, à une grande faille, qui représente le prolongement de l'accident de la mer Rouge. (Voir les conclusions de l'étude sur les fossiles rapportés du Choa par M. Aubry, *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIV, 1886).

(1) G. Rolland, La mer saharienne. (*Revue scientifique*, 1884).

(2) G. Rolland, Les atterrissements anciens du Sahara, leur âge pliocène et leur synchronisme avec les formations pliocènes d'eau douce de l'Atlas. (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 26 mars 1888).

l'homme durent voir un Sahara constellé de lacs et de volcans en éruption.

Enfin, de très humide, le climat du Sahara en arriva peu à peu à devenir, au contraire, extrêmement sec : c'est lui qui a fait le désert actuel et ses grandes dunes de sable (1).

(1) G. Rolland, Les grandes dunes de sable du Sahara. (*B. S. G. F.*, 3^e sér, t. X, 1881; *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 24 mars 1890, etc.).

SUR LE CALLOVIEN DE L'OUEST DE LA FRANCE
ET SUR SA FAUNE (1)

par M. A. DE GROSSOUVRE

(Pl. IX)

Dans une note précédente (2) nous avons indiqué l'allure de l'étage callovien dans la région occidentale du bassin de Paris : nous avons montré qu'il y est d'ordinaire très réduit, ayant parfois à peine une épaisseur de 1^m et qu'il est recouvert directement par les marnes à spongiaires de la zone à *Am. canaliculatus*, l'Oxfordien proprement dit n'existant pas et commençant à se montrer seulement vers la limite commune des départements des Deux-Sèvres et de Maine-et-Loire, où l'on peut rattacher déjà à la partie inférieure de cet étage les marnes grisâtres à fossiles phosphatés que l'on trouve au-dessus des calcaires compactes à *Am. athleta*.

Nous avons montré en outre qu'il existe partout une lacune entre le Bathonien et le Callovien, ce dernier commençant par des couches qu'il convient de rattacher à la zone à *Am. anceps*; de telle sorte que la zone à *Am. macrocephalus* fait complètement défaut dans la région considérée, depuis Poitiers jusqu'à la vallée de la Loire.

Notre éminent confrère M. Choffat, auquel on doit une série de beaux travaux sur les terrains jurassiques, a contesté cette conclusion dans un article de l'*Annuaire géologique universel* (1888, IV, p. 227). Pour lui l'oolithe ferrugineuse de Montreuil-Bellay « présente une telle analogie avec les couches à *Am. macrocephalus* de Saint-Rambert qu'il lui paraît bien difficile de l'assigner à une autre phase. »

En effet, si l'on consulte l'ouvrage classique de M. Choffat sur le Callovien et l'Oxfordien dans le Jura occidental et le Jura oriental, on y trouve, p. 17, la faune de l'horizon à *Am. macrocephalus* de Saint-Rambert; en laissant de côté les brachiopodes, les gastropodes, les lamellibranches, etc., pour ne retenir que les ammonites, on voit qu'à Saint-Rambert cette faune comprend :

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 19 janvier 1891.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XV, p. 513.

- Ammonites hecticus* Rein., rare.
 — *bullatus* d'Orb., rare.
 — *Herveyi* Sow., ni rare ni commune.
 — *macrocephalus* Schl., commune.
 — *funatus* Opp.
 — *curvicosta* Opp., commune.
 — *anceps* Rein., commune.

La faune de l'oolithe ferrugineuse de Montreuil-Bellay est composée d'après notre liste de :

- Ammonites macrocephalus* Schl.
 — *anceps* Rein.
 — *coronatus* Brug.
 — *Bombur* Opp.
 — *pustulatus* Rein.
 — *Jason* Rein.
 — *refractus* Rein.

et d'une série de formes des groupes *subbackeria*, *curvicosta*, *hecticus*, *punctatus*, etc.

Il existe évidemment une grande analogie entre ces deux faunes et nous croyons qu'il n'est pas téméraire d'avancer qu'elles appartiennent à peu près au même niveau, mais nous sommes en désaccord avec notre savant confrère sur la place qu'il convient de leur attribuer dans la série stratigraphique : nous ne voyons là que la faune typique de la zone à *Am. anceps* d'Oppel ; seule la présence de *Am. macrocephalus* (Saint-Rambert, Montreuil-Bellay) et de *Am. bullatus* (St-Rambert) montre que ces couches occupent la base de la zone.

Le type des couches à *Am. macrocephalus* est donné par le *Macrocephalus-Oolith* (Quenstedt), dans le Wurtemberg, et nous avons indiqué (*loc. cit.* p. 532) quels étaient pour nous ses équivalents en Angleterre et en France : les fossiles les plus caractéristiques de ce niveau sont *Am. Goweri*, *Koenighi*, *calloviensis* et jamais on n'y rencontre *Am. anceps*, *Am. coronatus*, *Am. Jason*, *Am. pustulatus*, *Am. refractus* espèces qui n'apparaissent que plus haut.

Or, nous ne trouvons à Saint-Rambert, pas plus qu'à Montreuil-Bellay, aucune des espèces que nous venons d'indiquer pour la zone à *macrocephalus* : nous devons en conclure que sur ces deux points les assises les plus inférieures de l'étage callovien font défaut et qu'il y a une lacune dans la série sédimentaire. La présence de *Am. macrocephalus* ne peut infirmer cette conclusion, car cette espèce n'est pas strictement renfermée dans les limites de la zone définie par son nom ; son extension verticale est plus grande ; elle

descend dans le Bathonien supérieur et pénètre dans les couches moyennes de l'étage callovien.

Il faut bien le dire d'ailleurs la notion de zone est une abstraction qui ne correspond à rien de réel ; il n'existe pas de zones proprement dites, c'est-à-dire de groupes de couches se distinguant par une faune particulière et absolument distincte ; les fossiles ne sont pas strictement cantonnés dans la nature par zones et par étages comme dans les tiroirs de nos collections. Les progrès incessants de l'observation montrent que vers les limites des étages, des zones., il existé des assises dont la faune présente des caractères intermédiaires qui les rattachent à la fois à l'une et à l'autre subdivision. En réalité, la faune des couches se modifie successivement et progressivement, de sorte qu'il n'existe pas de faune vraiment caractéristique d'un étage ou d'une zone, mais seulement d'un niveau ou horizon donné. La vraie méthode consiste à établir une échelle paléontologique, c'est-à-dire une série de niveaux caractérisés chacun par une certaine association de fossiles : ces échelons serviront de repères, auxquels on rapportera les couches que l'on veut classer, et si ces dernières possèdent une faune intermédiaire entre celles de deux horizons consécutifs de l'échelle, on en conclura qu'elles doivent se placer entre ceux-ci.

Dans l'étage callovien, Oppel a distingué trois zones (nous dirions de préférence trois niveaux) fossilifères, qu'il a désignées sous les noms de :

Zone de l'*Am. macrocephalus*.

Zone de l'*Am. anceps*.

Zone de l'*Am. athleta*.

Si l'on étudie comment se fait la répartition verticale des diverses espèces d'ammonites de l'étage callovien nous arrivons aux résultats suivants.

Un peu au-dessus de sa base et sur tout le reste de sa hauteur, nous trouvons des ammonites du groupe *punctatus*, *hecticus*, *lunula* et *Brighti* qui se poursuivent même dans l'étage oxfordien : en dehors de ces espèces de Stahl, de Reinecke et de Pratt, sur l'interprétation desquelles les auteurs sont loin d'être d'accord, il existe encore un certain nombre de formes nouvelles décrites et figurées par Neumayr, Lahusen, Teisseyre, etc. (*Am. pseudo-punctatus* Lah., *nodo-sulcatus* Lah., *Krakoviensis* Neum., *Laubei* Neum., *rossiensis* Teiss.) : nous ne sommes pas encore exactement fixés sur leur répartition verticale et elles ne peuvent, en l'état de nos connaissances, fournir d'indications précises pour la distinction des divers niveaux de l'étage callovien.

Une autre série composée de formes voisines les unes des autres appartenant à ce que l'on appelle le groupe de l'*Am. subbackeria* existe dans les assises inférieures et moyennes de l'étage callovien : malgré le nombre assez grand de nouveaux types qui, depuis d'Orbigny, ont été distingués dans cette série, on n'a pas encore précisé exactement les mutations qui pourraient permettre de séparer les niveaux inférieurs des niveaux supérieurs : toutefois on peut dire que les formes se rapprochant le plus de *Am. subbackeria* ne dépassent guère la moitié inférieure de l'étage et que, dans la partie supérieure, elles sont remplacées par une autre série qui se rapporte à *Am. Orion*.

A cette occasion, nous croyons devoir revenir sur la confusion qui existe dans la nomenclature à propos de *Am. subbackeria*, *Am. Moorei* et *Am. funatus*.

Am. subbackeria est, comme nous l'avons montré, une forme du Bathonien supérieur de Niort, décrite par d'Orbigny, sous le nom d'*Am. Backeria* (*Pal. Fr. Ceph. Jur.*, p. 424) et dont il a rectifié la dénomination dans le *Prodrome* (t. I., p. 298) en créant le nom d'*Am. subbackeria* pour la forme figurée Pl. 148, et en écartant les échantillons de la Pl. 149.

Plus tard, Oppel crut devoir changer le nom de *Am. subbackeria*, qui lui paraissait impropre, contre celui de *Am. Moorei*.

Ainsi il y a identité absolue, par définition, entre *Am. subbackeria* d'Orb. et *Am. Moorei* Opp.; ces noms se rapportent tous les deux à l'échantillon figuré par d'Orbigny, Pl. 148 : en raison de la priorité, le nom de d'Orbigny doit être seul employé, la raison proposée par Oppel pour l'écarter n'étant évidemment pas suffisante.

Plus récemment encore (1874) Neumayr, dans son mémoire sur les Céphalopodes de Balin, partant de l'opinion que l'échantillon de d'Orbigny ne provenait pas du Bathonien, et que le nom d'Oppel devait seulement s'appliquer à une espèce de ce niveau, crut devoir figurer un nouvel échantillon (Pl. XIII, fig. 4) commotype de l'*Am. Moorei*; il est bien évident que la considération développée par Neumayr est absolument contraire aux règles admises pour la nomenclature et que si l'échantillon de Neumayr, figuré sous le nom d'*Am. Moorei*, ne peut être rapporté à la même espèce que l'échantillon de d'Orbigny, il ne peut porter le nom que le savant paléontologue autrichien lui a donné.

En même temps qu'il créait le nom d'*Am. Moorei* pour l'*Am. subbackeria* de d'Orbigny, Oppel appliquait le nom d'*Am. funatus* à l'*Am. triplicatus* de Quenstedt (non Sowerby; Quenst. *Cephalop.*

Pl. XIII, fig. 7), espèce des couches à *Am. macrocephalus* du Wurtemberg.

Neumayr a fait figurer un échantillon d'*Am. funatus* du Callovien inférieur (Pl. XIV, fig. 4) et il indique que l'espèce du Callovien se distingue de celle du Bathonien, par un ombilic un peu plus large, des tours plus épais et des côtes plus fortes; si l'on compare les figures de d'Orbigny et de Quenstedt, on remarque précisément le contraire. Dans l'échantillon de Quenstedt le diamètre de l'ombilic est de 23 pour un diamètre total de 63, soit $\frac{36}{100}$ du diamètre total et dans l'échantillon de d'Orbigny réduit de moitié, l'ombilic a 90 pour un diamètre total de 202 soit $\frac{45}{100}$ du diamètre total : d'Orbigny, dans son texte, indique les rapports $\frac{48}{100}$ pour un échantillon de la grande taille et $\frac{42}{100}$ pour un échantillon de 70^{mm}, c'est-à-dire se rapprochant de la taille de celui de Quenstedt; ainsi, contrairement à l'assertion de Neumayr, c'est l'espèce de Quenstedt, celle du Callovien inférieur, qui a l'ombilic plus étroit que celle du Bathonien supérieur figurée par d'Orbigny. D'ailleurs, aux deux niveaux, on rencontre des formes à ornementation plus ou moins prononcée et à ombilic plus ou moins large.

De cette fastidieuse discussion de nomenclature on peut néanmoins tirer cette conclusion pratique : que les différences invoquées pour maintenir une distinction entre les formes du Callovien et celle du Bathonien n'ont rien de réel : que les variations des deux espèces sont les mêmes aux deux niveaux et n'ont aucune valeur stratigraphique, ou, en tous cas, qu'on ne les a pas encore fait ressortir nettement.

L'étage callovien présente sur toute sa hauteur un grand nombre de formes se rattachant aux groupes de *Am. aurigerus* et *Am. curvicosta*; dans cet ensemble on a créé depuis quelques années une multitude d'espèces, parmi lesquelles il est encore bien difficile de se reconnaître, car on trouve souvent des échantillons établissant entre elles tous les passages intermédiaires : il y aura donc lieu de procéder un jour à une révision de toute cette série pour définir les types qui devront être conservés; et rechercher les variations qui s'y rattachent. Pour le moment, il n'y a rien à déduire, au point de vue stratigraphique, des études faites sur ce groupe.

A la partie supérieure de l'étage callovien se trouve une espèce *Am. Chauvini* d'Orb., souvent rattachée à tort aux *Reineckia*; elle paraît être assez exactement cantonnée avec *Am. athleta* et avoir à peu près la même extension verticale.

Les ammonites du groupe *Cosmoceras* nous donnent de meilleurs repères pour la distinction des divers niveaux.

Tandis que le Bathonien supérieur est caractérisé par *Am. contrarius* et *Am. Julii*, le Callovien inférieur renferme *Am. calloviensis*, *Am. Goweri* et quelques autres espèces décrites mais non figurées par Oppel; le Callovien moyen, *Am. Jason* et les nombreuses variétés qu'on y a distinguées (*Am. Gulielmi* Sow., *Am. Sedgwickii* Pratt, *Am. aculeatus* Eichw., *Am. subnodatus* Teisseyre, *Am. Pronia* Teiss., *Am. Jenzeni* Teiss., *Am. castor* Rein., *Am. pollucinus* Teiss., *Am. Fuchsi* Neum.) et le Callovien supérieur, *Am. Duncani* Sow., avec une série également nombreuse de variétés s'y rattachant, mais dans lesquelles on a seulement séparé *Am. ornatus* Sow., *Am. transitionis* Nik., *Am. Pollux* Rein.

De la sorte on voit que les trois niveaux du Callovien sont nettement caractérisés par trois types *Am. calloviensis*, *Jason* et *Duncani* qui s'y succèdent.

Dans la famille des *Amalthei* oxfordiens, rattachée à tort à celle des *Amalthei* liasiques, nous trouvons *Am. funiferus* qui ne paraît exister que dans la moitié inférieure de l'étage, et *Am. Lamberti*, qui ne se montre que tout à fait au sommet après l'apparition de *Am. athleta*.

Am. modiolaris caractérise aussi le Callovien inférieur.

Dans la série de *Am. anceps* on trouve d'abord à la base du Callovien *Am. Rehmanni*, d'après Oppel, puis plus haut *Am. anceps* et les variétés que M. Steimann y a distinguées récemment : *Am. Brancoi*, *euactis*, *lifolensis*, *Douvillei*, *Greppini*, *Stuebeli*, *Reissi*, La plupart de ces formes persistent à la base du Callovien supérieur et coexistent avec *Am. athleta*; nous avons constaté la présence d'une forme se rattachant à *Am. anceps* dans les marnes de Dives, et cette espèce se trouve également à Authoison (Haute-Saône), dans les marnes à petites Ammonites pyriteuses, comme il résulte d'exemplaires que nous a communiqués notre excellent confrère M. Petitclerc.

Am. coronatus commence à se montrer un peu après *Am. anceps* et disparaît un peu plus tôt car on ne le trouve pas dans les couches à *Am. athleta*.

Jusqu'à présent *Am. pustulatus* et *Am. refractus* n'ont été signalés que dans le Callovien moyen.

Am. bicostatus se montre en même temps que *Am. athleta*, ainsi que *Am. oculatus*.

Am. Lamberti apparaît un peu plus tard que *Am. athleta*.

Nous pouvons résumer ces indications dans le tableau suivant :

DISTRIBUTION VERTICALE DES AMMONITES CALLOVIENNES

NOMS DES AMMONITES	BATHONIEN	CALLOVIEN			OXFORDIEN
	SUPÉRIEUR	INFÉRIEUR	MOYEN	SUPÉRIEUR	INFÉRIEUR
<i>A. macrocephalus</i> et var.....		—			
<i>bullatus</i>		—			
<i>microstoma</i>		—			
<i>Bombur</i>		—			
<i>Kœnighi</i>		—			
<i>modiolaris</i>		—			
<i>Goweri</i>		—			
<i>calloviensis</i>		—			
<i>Jason</i>		—			
<i>Duncani</i>			—		
<i>funiiferus</i>			—		
<i>anceps</i> et var.....			—		
<i>Fraasi</i>			—		
<i>Chauvini</i>			—		
<i>coronatus</i>			—		
Sér. <i>A. punctatus, lunula, hecticus</i>		—			
<i>A. bicostatus</i>			—		
Groupe de l' <i>A. subbackeria</i> ...		—			
— de l' <i>A. Orion</i>		—			
<i>A. athleta</i>			—		
<i>annularis</i>			—		
<i>pustulatus</i>			—		
<i>refractus</i>			—		
<i>Lamberti</i>			—		

Il nous paraît résulter de là que les couches à *Am. macrocephalus* de St-Rambert doivent se placer vers la limite de la partie inférieure et de la partie moyenne de l'étage callovien et que les couches à *Am. anceps* de Besançon, Clucy, du Mont du Chat, etc., sont à la limite de la partie moyenne et de la partie supérieure.

On voit par là que, dans le Jura comme dans le Poitou, les couches les plus inférieures du Callovien ne sont pas représentées et qu'il y existe ainsi une lacune entre cet étage et le Bathonien.

L'oolithe ferrugineuse de Montreuil-Bellay renferme une faune de gastropodes très riche et remarquablement conservée, découverte autrefois dans la carrière du Chalet, qui indique un dépôt côtier formé dans des conditions absolument analogues à celles de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux : la ressemblance des formes de ces deux

gisements est si grande que l'on a commencé par les assimiler complètement et on en tirait cette conclusion que, de part et d'autre, le niveau géologique était le même. Grâce à l'étude des ammonites, cette erreur put être rectifiée et c'est alors qu'un examen plus attentif des fossiles de Montreuil-Bellay permit de faire la distinction d'avec les formes similaires de l'oolithe de Bayeux.

L'oolithe ferrugineuse de Montreuil-Bellay renferme en outre un certain nombre de brachiopodes intéressants signalés pour la plupart depuis longtemps par Deslongchamps.

Nous croyons devoir insister sur la présence de ces fossiles.

Rhynchonella trigona est une petite espèce bien caractérisée indiquée par Deslongchamps à Montreuil-Bellay et que nous avons retrouvée dans cette localité et à la Grimaudière. En dehors de la Voulte (Ardèche) nous ne croyons pas qu'on la connaisse d'aucune autre localité de France; elle caractérise, au contraire, le Callovien des Alpes du Tyrol à Grossau et à Vils.

Avec cette rhynchonelle s'en trouve une autre qui s'éloigne assez notablement des *Rh. triplicosa* Qu. et *Rh. Oppeli* Des. et se rapproche au contraire d'une autre forme du même groupe décrite par Oppel sous le nom de *Rh. solitaria* d'après un échantillon unique du Callovien de Vils: quoique l'échantillon unique de cette localité figuré par Oppel (*Kalke von Vils*, Pl. III fig. 2) soit de bien plus petite taille que nos échantillons de l'Ouest de la France, nous croyons néanmoins pouvoir les rapporter à cette espèce.

Un autre brachiopode non moins intéressant des couches d'oolithe ferrugineuse de Montreuil et de la Grimaudière est la *Ter. antiplecta* dont nous avons recueilli plusieurs exemplaires bien identiques aux figures de Buch et de Quenstedt: c'est du reste à cette même espèce que se rapporte un échantillon de la collection Triger figuré par Deslongchamps (*Brachiop. de l'ool. fer.*, Pl. II, fig. 5) et rapporté par lui à *Ter. dorsoplicata* var. *excavata*. Nous ne croyons pas qu'il y ait lieu d'y voir un échantillon anormal, où les plis accessoires que signale Deslongchamps auraient pris un développement excessif; tous ces échantillons diffèrent bien nettement de la *Ter. excavata* par l'absence du sinus qui, dans cette dernière, entame profondément la petite valve dans la région frontale, caractère qui ne permet pas la confusion des deux espèces, car dans *T. antiplecta* la petite valve s'abaisse en pente douce vers la commissure frontale. A ce point de vue, cette espèce se rapproche de *Ter. conglobata* de l'oolithe inférieure, qui d'ailleurs est bien facile à en distinguer.

Une autre rhynchonelle très intéressante décrite et figurée par

Deslongchamps est la *Rh. acutiloba* de Montreuil-Bellay que nous avons retrouvée à la Grimaudière : elle rappelle les *Rh. monsalvensis* et *fastigata* Gilliéron, du Callovien des Alpes de Fribourg et est un avant-coureur du groupe de la *Rh. lacunosa*.

De l'autre côté du massif vendéen, nous avons retrouvé quelques-uns de ces fossiles dans les couches calloviennes des environs de Velluire où notre confrère, M. Chartron, a eu l'obligeance de nous guider.

La *Rh. acutiloba* y est assez fréquente, ainsi qu'une rhynchonelle que nous rapportons à la *Rh. solitaria* Opp., comme les échantillons de Montreuil-Bellay, bien qu'elle soit de taille plus grande, mais elle présente tout à fait la même physionomie et ressemble à la figure un peu agrandie de l'échantillon d'Oppel. Nous en faisons figurer deux échantillons. (Pl. IX, fig. 12 et 13).

Avec elle se trouve une autre térébratule intéressante, appartenant au groupe des *Glossothyris* et présentant la plus grande analogie avec *Ter. nucleata* (Ziet. non auct.) telle que nous la comprenons d'après les figures de Zieten et de Buch (1). Elle se rapproche beaucoup de *Ter. tenuiplicata*, espèce créée par M. Uhlig (2) pour un échantillon du Callovien moyen des Carpathes, c'est-à-dire du même niveau, nous ne croyons pas cependant pouvoir l'identifier en raison de quelques différences de détail qui existent entre nos échantillons et le type de M. Uhlig.

Nous désignerons l'espèce de Velluire sous le nom de

Terebratula (Glossothyris) Chartroni, nov. sp., Pl. IX, fig. 9, 10, 11.

Coquille globuleuse, aussi large que longue, subquadrangulaire, tronquée à la région frontale où la commissure ondulée s'abaisse en un pli médian, vers la grande valve et se relève ensuite de telle sorte qu'elle forme une ligne flexueuse dessinant un \mathbb{N} renversé : les plis latéraux de cette ligne sont pincés, quelquefois presque anguleux, parfois arrondis : le relèvement médian est d'ordinaire très largement arrondi et un peu surbaissé.

Grande valve très convexe surtout dans le voisinage du crochet qui est épais, arrondi légèrement sur les côtés, percé d'un foramen rond ; vers le milieu de sa hauteur, cette valve offre un méplat qui

(1) M. de Loriol avait déjà depuis longtemps signalé avant nous la discordance qui existe entre la figure de *Ter. nucleata* dans Zieten et les échantillons rapportés à cette espèce en Suisse et en Allemagne.

(2) Uhlig, Ueber die Fauna des rothen Kellowaykalkes der pienninischen Klippe Babierzowka bei Neumarkt in Westgalizien. *Jahrb. der K. K. G. Reichsanstalt.* 1881.

devient bientôt légèrement concave au voisinage de la commissure.

Petite valve fortement convexe vers le crochet; présentant un sinus médian peu marqué qui prend naissance à quelque distance du crochet et va en s'élargissant de manière à occuper toute la largeur de la région frontale; au relèvement médian de la commissure correspond un pli large, court et peu prononcé.

La coquille est à peu près aussi large vers le front que dans la région apicale, ce qui la distingue de *Ter. nucleata* Ziet., qui est au contraire assez fortement rétrécie dans la région frontale: cette dernière a aussi le sinus de la petite valve plus profond, plus creusé en forme de gouttière, tandis que, dans *Ter. Chartroni*, le sinus est peu excavé et consiste presque en un méplat; sur la grande valve de cette dernière, le sinus frontal est aussi moins creusé que dans *Ter. nucleata*. Par contre, dans celle-ci, la commissure frontale est moins ondulée que dans *Ter. Chartroni*.

Nos échantillons diffèrent de *Ter. tenuiplicata* Uhlig, par la petite valve fortement convexe près du crochet, tandis qu'elle est plate dans l'échantillon de Babierzowska, et par la dépression de cette valve qui n'atteint pas, le plus souvent, le crochet comme dans cette dernière espèce, et est seulement très faiblement indiquée sur quelques exemplaires.

Il n'est pas possible de confondre notre espèce avec *Ter. bifrons* Opp., avec laquelle elle présente aussi quelques analogies; il suffit de comparer les deux figures pour voir les différences. L'espèce de Vils est plus rétrécie dans la région apicale: le sinus médian est très fortement excavé dans la grande valve et limité par deux plis bien plus saillants que dans notre espèce: ceux-ci sont eux-mêmes suivis de dépressions latérales qui n'existent pas dans *Ter. Chartroni*. Le sinus de la petite valve est plus étroit et son pli médian est plus saillant et plus accusé que dans l'espèce de la Vendée. Enfin, la région frontale est coupée obliquement en arrière au lieu de l'être carrément comme dans *Ter. Chartroni*.

Notre confrère M. Choffat, que nous remercions ici de son amabilité et des renseignements qu'il nous a donnés, nous a communiqué des échantillons du Callovien du Portugal qui nous paraissent bien voisins des nôtres et peuvent à notre avis être rapportés à notre type.

Il est très possible que notre espèce ne soit qu'une variété de la *Ter. tenuiplicata* Uhlig, mais comme celle-ci a été figurée et décrite sur un seul échantillon, il faut attendre que de nouveaux matériaux permettent d'établir l'identité des deux espèces.

OBSERVATION. — Nos échantillons présentent entre eux peu de

différences : le bord frontal est plus ou moins large, la coquille est plus ou moins globuleuse, la commissure frontale est plus ou moins ondulée, mais l'aspect général reste le même.

NIVEAU. — Des couches à *Am. anceps*, *coronatus*, *refractus*... des environs de Velluire (Vendée).

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 9. — *Ter. Chartroni*, échantillon type; de ma collection.

Fig. 10. — *Ter. Chartroni*, variété très large, surtout dans la région frontale, où les plis de la commissure sont très accentués; de ma collection.

Fig. 11. — *Ter. Chartroni*, variété large à commissure frontale moins sinueuse; de ma collection.

Avec cette térébratule, se trouve aussi une térébratelle que nous allons décrire sous le nom de

Terebratella Boisellieri nov. sp., Pl. IX, fig. 7 et 8.

Coquille plus longue que large, de forme ovale.

Grande valve régulièrement bombée présentant dans la région frontale un méplat assez large, faiblement convexe, limité par deux bourrelets assez larges, convergents vers le crochet au voisinage duquel ils disparaissent peu à peu : crochet recourbé, percé d'un foramen médiocre, arrondi et appliqué sur la petite valve.

Petite valve faiblement convexe, saillante au voisinage du crochet, présentant à la région frontale un lobe médian presque plat, délimité par deux sinus assez profonds, convergents vers le crochet et s'atténuant bien avant d'y arriver.

Notre espèce présente une grande analogie avec *Terebratella Delgadoi* Choffat, du Callovien de Portugal. M. Choffat considère que l'espèce portugaise diffère de la nôtre par les dépressions de la petite valve beaucoup plus prononcées et délimitant un bourrelet médian plus étroit, triangulaire, se terminant en pointe sous le crochet : celui-ci est recourbé et a un foramen beaucoup plus petit.

Il est néanmoins intéressant de retrouver au même niveau deux formes aussi voisines et que nous serions très disposés, quant à nous, à considérer comme deux variations de la même espèce.

NIVEAU. — Des couches à *Am. anceps*, *coronatus*,... des environs de Velluire, avec *Ter. Chartroni*, *Ter. dorsoplicata*, *Ter. pala*, *Rh. Orbignyi*, *Rh. solitaria*, *Rh. acutiloba*.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 8. — Echantillon type; de la collection de M. Chartron.

Fig. 7. — Variété large; de ma collection.

On voit d'après ce qui précède que le Callovien du Poitou et de la Vendée renferme un certain nombre de brachiopodes spéciaux que l'on ne trouve pas dans d'autres gisements du bassin de Paris, mais que l'on rencontre au contraire dans les couches de même âge appartenant au faciès alpin, dans le Portugal, dans les Alpes et dans les Carpathes. Nous croyons qu'il convient de rappeler à cette occasion que non loin de la région dont nous occupons, dans la Sarthe, MM. Boehm et Chelot (1) ont trouvé le Lias moyen avec un faciès analogue à celui des calcaires gris de Vénétie.

Les fossiles que nous venons d'indiquer sont accompagnés d'une série d'Ammonites dans lesquelles se trouvent un certain nombre d'espèces nouvelles : nous ne nous occuperons ici que des plus intéressantes.

Les trois premières se rattachent au groupe des *Am. Truellei* et *pustulatus*.

L'une d'elles, trouvée par M. Chartron dans les marnes calloviennes à ammonites pyriteuses de la Vendée (*Am. anceps*, *Am. Jason*. . . .), est des plus remarquables par sa forme et son mode d'ornementation. Nous la désignerons sous le nom de :

Ammonites mirabilis nov. sp., Pl. IX, fig. 4 et 5.

La forme très comprimée des tours ne permet pas de la confondre avec aucune autre des espèces que nous connaissons : ils sont très élevés, très minces, formés sur les flancs par deux surfaces planes parallèles et sont terminés sur le bord externe par un biseau très aigu. Pour une hauteur de tours de 20^{mm}, l'épaisseur de la coquille n'est que de 4^{mm} et la hauteur du biseau externe de 5^{mm}. Les méplats des flancs présentent au tiers et à moitié de la hauteur totale deux lignes spirales dues à de légers ressauts provenant de variations d'épaisseur de la coquille. Les flancs sont ornés de côtes très faibles, ondulées, légèrement infléchies en avant, qui se terminent sur l'arête séparant les flancs du biseau extrême, par une surélévation formant un tubercule arrondi : de celui-ci partent dans la direction radiale des côtes droites, assez larges, serrées, qui ornent les deux faces du biseau : dans un échantillon de 18^{mm} de côté, les tubercules des arêtes latérales du biseau externe sont très peu prononcés.

L'ombilic est assez large et très peu profond, la coquille croissant beaucoup plus rapidement en hauteur qu'en épaisseur.

NIVEAU. — Couches à *Am. anceps*, *coronatus*. . . . de la Vendée.

Cette espèce, si curieuse par son aplatissement, ne doit pourtant

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XV, p. 403.

pas ce caractère à une compression accidentelle, car les divers échantillons, au nombre de trois, que nous avons pu examiner, sont intacts et présentent absolument la même physionomie.

EXPLICATION DES FIGURES :

Pl. IX, fig. 4. — *Am. mirabilis*, échantillon type; de la collection de M. Chartron.

Fig. 5. — *Am. mirabilis*, fragment d'un échantillon de plus grande taille; de la collection de M. Chartron.

Les seuls échantillons que nous puissions rapprocher de l'espèce précédente proviennent d'un niveau un peu plus élevé : ils nous ont été communiqués par notre confrère M. Petitclerc avec une obligeance dont nous tenons à le remercier ici. Nous les désignerons sous le nom de :

Am. Petitclerci nov. sp., Pl. IX, fig. 2 et 3.

Espèce discoïdale très plate, à ombilic très petit. La plus grande épaisseur de la coquille est au voisinage de l'ombilic : elle va de là en diminuant progressivement jusqu'au bord externe qui est assez étroit et arrondi. Un peu au-dessus des deux tiers de la hauteur, l'épaisseur de la coquille diminue brusquement et à cette diminution d'épaisseur correspond sur les flancs un ressaut bien marqué. La partie des flancs comprise entre l'ombilic et ce ressaut est presque plane : elle est ornée de côtes très faibles, peu épaisses, consistant en ondulations larges, au nombre de 8 à 9 par tour, qui se bifurquent une première fois près du tiers de la hauteur, puis se bifurquent une seconde fois et se terminent sur l'arête du ressaut par une série de tubercules allongés au nombre de 30 à 34 par tour ; de ces tubercules prennent naissance deux côtes à peine visibles, légèrement infléchies en avant, d'abord très faibles, puis se terminant sur le pourtour externe par une série de tubercules allongés assez serrés.

Le contour externe sur les échantillons pyriteux que nous avons sous les yeux n'indique pas de traces de quille : sur un échantillon plus jeune, le bord externe est très étroit et presque caréné et l'on voit sur le méplat des flancs un second ressaut qui se trouve un peu au-dessous de la moitié de la hauteur totale de la coquille : ce ressaut n'est pas visible sur le grand échantillon figuré.

GISEMENT. — Cette ammonite se trouve dans les marnes à petites ammonites pyriteuses de la Haute-Saône ; M. Petitclerc l'a recueillie à Authoison, Esprels et Pennesières (Haute-Saône), dans les marnes oxfordiennes à petites ammonites ferrugineuses.

Elle appartient par conséquent aux couches inférieures de l'étage oxfordien.

EXPLICATION DES FIGURES :

Pl. IX, fig. 2. — *Am. Petitclerci*, échantillon type; de la collection de M. Petitclerc.

Fig. 3. — *Am. Petitclerci*, échantillon de petite taille, de ma collection, représentant le jeune de l'échantillon précédent, comme le montrent des exemplaires à des stades intermédiaires.

Nous avons recueilli dans les couches à *Am. athleta* une autre forme qui présente à un certain degré de développement une ornementation assez analogue à celle des espèces que nous venons de décrire. Nous la désignerons sous le nom de

Ammonites multiformis nov. sp., Pl. IX, fig. 4.

C'est une forme globuleuse, à très petit ombilic, très variable dans ses diverses périodes de développement.

Au diamètre de 25^{mm} elle a tout à fait l'apparence de certaines ammonites du groupe des *flexuosi* et elle ressemble particulièrement à *Am. flexuosus inflatus* de Quenstedt (Ceph. Pl. 9. fig. 7) : la coquille est alors renflée et a son bord externe large et convexe : elle est ornée de côtes falciformes qui, partant de l'ombilic en s'infléchissant en avant, se coudent vers le milieu de la hauteur et donnent naissance à deux ou trois côtes arquées qui s'arrêtent brusquement sur le pourtour externe : sur l'échantillon que nous avons, le contour externe, largement arrondi, paraît à peu près lisse ; il semble présenter, sur la région siphonale, une série de granulations qui correspondent aux côtes des flancs.

Au diamètre de 40^{mm}, les deux tiers du dernier tour présentent encore le mode d'ornementation que nous venons d'indiquer, mais à son extrémité la forme est complètement changée, la section des tours devient ogivale, le bord externe est tranchant et les côtes externes, qui s'arrêtent à une certaine distance de la carène, se terminent par un tubercule arrondi en forme de perle. A une demi-longueur de tour plus loin la forme change très brusquement, la coquille se déprime de manière que la spire du tour externe se coude fortement et que la hauteur des tours diminue d'une manière notable : en même temps le contour externe s'élargit et présente une courbure régulière au milieu de laquelle s'élève une toute petite quille. Dans ce dernier quart de tour on remarque vers la mi-hauteur des flancs un bourrelet délimitant sur la coquille une région interne et une région externe : dans la région interne les côtes deviennent plus nombreuses et plus serrées que sur les tours précédents : elles s'atténuent un peu avant d'arriver au bourrelet médian. A chaque

côté interne correspond une côte externe arquée, un peu rejetée en arrière.

EXPLICATION DE LA FIGURE :

Pl. IX, fig. a. — *Am. multiformis* du Callovien supérieur du Pas-de-Leu à *Am. athleta*; de ma collection.

GISEMENT. — Ce curieux échantillon provient des calcaires supérieurs à oolithe ferrugineuse de Pas-de-Jeu, partie supérieure à *Am. athleta, oculatus*.

A Montreuil-Bellay, l'oolithe ferrugineuse à *Am. anceps* renferme un *Sphaeroceras* qui présente la plus grande analogie avec *Am. Brongniarti* du Bajocien et que nous croyons devoir apporter à la même espèce que l'échantillon du Callovien de Babierzowska, figuré par Uhlig sous le nom de *Am. cf. Brongniarti*. Nous dédions cette espèce à notre confrère M. Devaux, à qui l'on doit une étude très détaillée de l'oolithe des environs de Montreuil-Bellay et nous l'appelons

Am. Devauxi nov. sp., Pl. IX, fig. 6.

Syn. : *Am. cf. Brongniarti* Uhlig, *Ueber die Fauna des rothen Kell.*

Cette espèce est très voisine d'*Am. Brongniarti* par sa forme, son mode d'enroulement et son ornementation : elle s'en distingue néanmoins assez facilement. Les côtes sont moins fines, moins saillantes, bien moins infléchies en avant.

La forme du dernier tour est très différente : il est moins régulier que celui de *Am. Brongniarti* et rappelle un peu celui de *Am. microstoma* : sa plus grande épaisseur est vers le commencement de sa première moitié ; à partir de là, l'épaisseur diminue très rapidement ainsi que la hauteur. L'aspect général de la coquille est donc plus globuleux que celui de *Am. Brongniarti*, d'autant plus que le bord externe est plus déprimé et moins convexe que dans cette dernière espèce.

La forme de la bouche est aussi bien différente : elle est fortement infléchie en avant et présente un bourrelet saillant, très prononcé sur le bord externe au-delà duquel il se prolonge encore par une expansion qui n'est pas conservée entièrement sur l'échantillon figuré, mais qui montre latéralement, au contact avec le tour précédent, un second bourrelet à peu près aussi saillant que le premier : le péristome venait s'appuyer sur le tour précédent, car on en aperçoit les traces et il en résulte que l'ouverture de la coquille devait être très rétrécie.

ECHANTILLONS EXAMINÉS. — Deux échantillons provenant tous les deux de l'oolithe ferrugineuse de Montreuil-Bellay à *Am.*

anceps, *coronatus*., l'un de la collection de M. Lucas, l'autre de ma collection.

EXPLICATION DE LA FIGURE :

Pl. IX, fig. 6. — *Am. Devauxi* du Callovien moyen de Montreuil-Bellay, de la collection de M. Lucas. La surface de l'échantillon figuré est un peu usée et les côtes y sont moins nettes que sur l'échantillon de ma collection, qui, malheureusement, n'est pas entier.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE IX :

- Fig. 1. — *Ammonites multiformis* nov. sp., du Callovien supérieur à *Am. athleta* de Montreuil-Bellay; de ma collection, p. 260. (Moule interne).
- Fig. 2. — *Ammonites Petitclerci* nov. sp. Echantillon type, de l'Oxfordien inférieur, des Patés près Esprels, Haute-Saône; de la collection de M. Petitclerc, à Vesoul, p. 259. Echantillon pyriteux.
- Fig. 3. — *Ammonites Petitclerci* nov. sp. Echantillon jeune de l'Oxfordien inférieur d'Authoison; de ma collection, p. 259. Echantillon pyriteux. Il existe les passages entre cet échantillon jeune et le type précédent dans les échantillons de la collection de M. Petitclerc, notamment un échantillon d'Authoison montre bien un stade intermédiaire entre les deux échantillons figurés.
- Fig. 4. — *Ammonites mirabilis* nov. sp. Echantillon type du Callovien moyen des environs de Luçon (Vendée); de la collection de M. Chartron, à Luçon, p. 258. Echantillon pyriteux.
- Fig. 5. — *Ammonites mirabilis* nov. sp. Fragment d'un exemplaire de plus grande taille, du même gisement que le précédent; de la collection de M. Chartron, à Luçon, p. 258. Echantillon pyriteux.
- Fig. 6. — *Ammonites Devauxi* nov. sp. Echantillon type du Callovien moyen de Montreuil-Bellay; de la collection de M. Lucas, à Montreuil-Bellay, p. 261; L'ornementation est peu distincte en raison du mauvais état du test.
- Fig. 7. — *Terebratella Boissellieri* nov. sp. Echantillon type du Callovien moyen de Velluire; de la collection de M. Chartron, à Luçon, p. 257.
- Fig. 8. — *Terebratella Boissellieri* nov. sp. Variété large du même gisement; de ma collection, p. 257.
- Fig. 9. — *Terebratula (Glossothyris) Chartroni* nov. sp. Echantillon type du Callovien moyen de Velluire; de ma collection, p. 255.
- Fig. 10. — *Terebratula (Glossothyris) Chartroni* nov. sp. Variété large du même gisement, à bord frontal très large et à plis très accentués de la commissure frontale; de ma collection, p. 255.
- Fig. 11. — *Terebratula (Glossothyris) Chartroni* nov. sp. Variété large, du même gisement, à commissure frontale peu sinueuse; de ma collection, p. 255.

ÉTUDE D'ENSEMBLE SUR LES DENTS
DES MAMMIFÈRES FOSSILES DES ENVIRONS DE REIMS (1)

par M. LEMOINE

(Pl. X et XI.)

Je me propose, dans le présent travail, de passer en revue les divers genres et les diverses espèces de mammifères que j'ai recueillis jusqu'ici dans l'Eocène inférieur des environs de Reims, mammifères qui se rapportent les uns à une faune plus ancienne, dite faune cernaysienne, les autres à une faune plus récente généralement désignée sous le nom de faune des sables à *Teredina personata* et *Unio truncatosa*.

J'ai déjà proposé de substituer à cette longue dénomination le nom de faune agéienne de la localité d'Ay. C'est effectivement dans les environs d'Ay qu'ont été recueillies les pièces osseuses les plus importantes.

Cette révision des types mammifères tertiaires les plus anciens sera ici uniquement basée sur l'étude du système dentaire qui offre, il faut bien le reconnaître, les notions les plus caractéristiques et les moins discutables. Malgré le nombre des dents étudiées, qui n'est pas inférieur au chiffre de 260, cette révision pourra être rapide, car je me suis attaché, dans les nombreuses figures qui accompagnent cette étude, d'une part à représenter les pièces de grandeur naturelle, ce qui permet de supprimer ces longues listes de mensurations toujours si arides à parcourir. D'une autre part, les dents qui, par leurs faibles dimensions ou la complication de leurs détails, pouvaient offrir des difficultés d'interprétation, ont été représentées à des grossissements parfois assez considérables, aussi leur description pourra-t-elle être de beaucoup abrégée.

Le rapprochement des figures relatives à des formes semblables permettra en outre de saisir les rapports et les différences des genres et des espèces que j'ai cru pouvoir établir.

Les dents sur les deux planches qui accompagnent ce travail, sont représentées, soit avec leurs dimensions réelles, soit à la fois de

(1) Communication faite dans la séance du 16 juin 1890. Manuscrit remis au Secrétariat le 19 janvier 1891.

grandeur naturelle et grossies; dans ce cas, la figure, grandeur naturelle, est accompagnée de la lettre *n*.

Chaque dent ou série de dents est désignée par le même chiffre.

Les lettres *a-p-e-i-s-u*, indiquent si la dent est vue par sa face antérieure, postérieure, externe, interne, supérieure ou inférieure.

La première planche (Pl. X) contient les dents des mammifères, plus comparables aux carnassiers, aux insectivores et aux lémuriens actuels.

La deuxième planche (Pl. XI) est réservée aux mammifères pachydermes, rongeurs et aux derniers représentants des *multituberculata*.

Le groupement des diverses figures a été combiné de façon à rapprocher à la fois les dents des mêmes types et les dents comparables des types différents.

C'est ainsi que dans la première planche, les incisives et les canines ont été rassemblées au centre de la moitié gauche ainsi que sur le côté et en bas de la moitié droite, et que les molaires supérieures se trouvent dans la partie centrale.

D'une autre part, sur la deuxième planche, on peut facilement étudier les relations si importantes du *Pleuraspidothorium* et de l'*Orthaspidothorium* avec le grand groupe des Pachynolophes.

Mais tout d'abord quel ordre allons-nous adopter dans cette série déjà longue, car elle ne semble pas comporter actuellement moins de 26 genres ou sous-genres et de 40 espèces ?

Dans un travail présenté au Congrès international de zoologie et ayant comme titre *Considérations générales sur les vertébrés fossiles des environs de Reims et spécialement sur les mammifères de la faune cernaysienne*, j'ai dû arriver à cette conclusion qu'il était impossible de faire entrer ce groupe mammalogique ancien dans le cadre de nos classifications actuelles. Ces types offrent en effet des tendances singulièrement variées.

Pour ne citer que les plus importants, l'*Arctocyon* est tout autant pachyderme que carnassier. Chez le *Pleuraspidothorium*, nous rencontrons un type plus pachyderme avec tendances lémuriennes. Inversement, chez le *Plesiadapis*, le type est manifestement plus lémurien que pachyderme. Nous adopterons par suite un ordre basé sur la forme même des dents envisagées suivant le nombre et la complication plus ou moins grande des denticules qui les constituent. Cet ordre peut, jusqu'à un certain point, être considéré comme représentant le mode d'évolution probable du système dentaire manifestement plus simple à ses débuts.

Nous indiquons dans le tableau suivant nos divers types génériques que nous réunissons en groupes d'importance variable.

PAUCITUBERCULATA.

A. DENTICULES SIMPLES SUR UNE MÊME LIGNE ANTÉRO-POSTÉRIEURE.

- 1° Denticule principal indivis (Simplicidenticulés).
Procyoniclis remensis (Faune cernaysienne) Fig. 1
- 2° Denticule principal bifurqué (Duplicidenticulés).
Dissacus europæus (Faune cernays.) Fig. 2.
Hyænodictis Gaudryi (Faune cernays.) Fig. 3-5.
 » *Filholi* (Faune agéienne) Fig. 4.
- 3° Denticule principal trifurqué (Triplicidenticulés).
Tricuspidodon Rutimeyeri (Faune cernays.) Fig. 6, 7, 8, 9.

B. PLUSIEURS DENTICULES ANTÉRIEURS, UN TALON EN CUPULE.

- 1° Cupule postérieure peu accentuée.
Protoproviverra Pomelii (Faune agéienne) Fig. 10.
- 2° Cupule postérieure, superficielle, denticulée.
Arclocyon (Faune cernays.) Fig. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. — *A. Gervaisii* Fig. 20, 21. — *A. Deuilii* Fig. 22, 23, 24.
Arclocyonides (Faune cernays.) Fig. 25, 26, 27, 28, 29.
Conaspidotherium Ameghinoi (Faune cernays.) Fig. 30.
- 3° Cupule postérieure profonde.
- a. Formes plus carnassières.
Plesiethonyx Munieri (Faune agéienne) Fig. 31, 32.
- b. Formes plus insectivores.
Adapisorex (Faune cernays.) Fig. 33, 34, 35, 36, 37. — *A. remensis* Fig. 38.
A. Chevillionii, Fig. 39. — *A. Gaudryi*, Fig. 40.
Adapisoriculus minus, (Faune Agéienne) Fig. 41. — *A. Osbornii*,
 Fig. 42, 43, 44, 45, 46, 47.
- c. Formes plus lémuriennes.
Plesiadapis (Faune cernays.) Fig. 50, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 69, 70. —
P. Remensis Fig. 64. — *P. Gervaisii*. Fig. 65. — *P. Trouessartii*. (Faune
 agéienne) Fig. 66, 61. — *P. Daubrei*. Fig. 49, 51, 53, 56, 62, 63, 68.
Protoadapis (Faune agéienne). Fig. 48, 71, 72, 73, 74, 75. — *P. curvicauspi-*
dens. Fig. 76, 77, — *P. relictuspidens*. Fig. 78.

C. UNE PAIRE DE DENTICULES ANTÉRIEURS, UNE PAIRE DE DENTICULES POSTÉRIEURS.

- 1° 5 doigts (Paleopachydermes).
Pleuraspidotherium (Faune cernays.) Fig. 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86. —
 — *P. Aumoneri*. Fig. 87, 89. — *P. Remensis*. Fig. 88, 90, 91, 92, 93, 94.
Orthaspidotherium (Faune cernays.) *O. Edwardsii*. Fig. 95, 96, 97, 98, 99,
 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108.
- 2° Moins de 5 doigts (Pachydermes vrais).
- a. Imparidigités.
Pachynolophus (Faune agéienne) *P. (Propachinolophus) Gaudryi* Fig. 109,
 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116. — *Pachynolophus Maldani*. Fig. 117, 118.
 — *P. (Orotherium) remensis*. Fig. 119, 120.

Hyracotherhyus (Faune agéienne) Fig. 121.

Lophiodon (Faune agéienne) Fig. 123, 124, 126, 127.

(Calcaire Grossier) Fig. 122, 125.

Lophiodochærus (Faune agéienne). *L. Peroni* Fig. 128, 130 (Faune cernays.).
Fig. 129.

b. Paridigités.

Protodichobune (Faune agéienne) *P. Owenii* Fig. 132. — *P. Lydekkerii*

Fig. 133, 134. — Fig. 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143.

RONGEURS.

(Faune agéienne). Fig. 144, 145, 147, 148, 149. — *Plesiarctomys* Fig. 144, 145.

Decticadapis (Faune agéienne) Fig. 146, 147.

MULTITUBERCULATA.

Neoplagiaulax (Faune cernays.) Fig. 152, 154, 155, 156, 157, 158. — *N.*

eocænus Fig. 151, 159. — *N. Copei*. Fig. 160.

Neoctenacodon (Faune cernays.) *N. Marshii*. Fig. 153.

Nous ne donnons bien entendu à cet essai de classement qu'une valeur relative, car il peut se trouver modifié par suite de découvertes ultérieures.

C'est du reste le sort commun à peu près à toutes les tentatives de classification faites dans des circonstances analogues, et il suffit, pour s'en convaincre, de parcourir les tableaux si variés proposés par divers paléontologistes ou même par un seul paléontologiste à différentes époques de ses recherches.

Nous avons insisté, dans un précédent travail, sur les différences de premier ordre qui existent, dès l'apparition du type mammifère dans les temps secondaires, entre le type multituberculata et le type paucituberculata.

Cette subdivision, qui n'a plus de raison d'être dans le monde actuel, peut être encore appliquée aux mammifères tertiaires anciens, bien que le type multituberculata ne se trouve plus guère représenté, au moins en Europe, que par deux formes le *Neoplagiaulax* (Fig. 152-160) et le *Neoctenacodon* (fig. 153).

Le groupe des *paucituberculata* se subdiviserait naturellement en sections d'importance numérique variable, suivant que :

1^o Les molaires inférieures présenteraient trois denticules sur la ligne antéro-postérieure, le denticule médian pouvant rester simple ou dédoubler sa pointe.

2^o Les denticules situés à la suite les uns des autres ne seraient plus simples, mais disposés par paires.

Les mammifères à trois denticules sur la même ligne, sans développement spécial du denticule postérieur, correspondent au groupe

Triconodon des paléontologistes américains. Ce groupe pourrait être subdivisé selon que le denticule principal ou médian (protocone) resterait indivis (1^{re} subdivision : simplicidenticulés).

Le denticule principal se bifurque (2^{me} subdivision : dupliciticulés).

Le denticule principal est trifurqué (3^{me} subdivision : tripliciticulés).

Dans la première division rentrent quelques types américains, particulièrement bien étudiés, par suite des débris importants qu'ils ont laissés, notamment le *Mesonyx*.

Pour nos types français nous ne connaîtrions guère qu'une seule forme caractérisée par une dent toute spéciale, nous lui avons attribué le nom de *Procynictis* (fig. 1).

Dans la deuxième subdivision (dupliciticulés) se placeraient des types analogues en Amérique et en France, ainsi le genre *Dissacus* (fig. 2) et le genre *Hyænodictis* (fig. 3-5).

La troisième division (tripliciticulés) serait représentée en France par le *Tricuspiodon* (fig. 6-9).

Si nous considérons la forme relativement simple de ces dents, nous nous trouvons porté à les comparer soit aux dents des mammifères secondaires, dont la simplicité s'explique par le fait même de leur ancienneté, soit aux dents des marsupiaux actuels, dont la simplicité relative correspondrait au retard apporté à leur mode d'évolution ou même à la nature toute spéciale du travail évolutif. D'une autre part, si nous considérons la forme des diverses dents de la faune cernaysienne que nous venons déjà d'examiner, nous ne pouvons guère conclure qu'au régime carnassier des mammifères en question.

Ce seraient donc des carnassiers anciens déjà bien remarquables par la singularité de leur dentition. S'il nous était démontré par l'observation directe que tous ces types présentaient les dispositions du squelette déjà constatées chez quelques formes américaines, notamment le nombre de quatre doigts, l'indépendance des os du carpe, la présence de l'os central, les rapports de l'astragale avec le naviculaire et le troisième cunéiforme, enfin la bifurcation des phalanges onguéales, nous devrions conclure à l'homogénéité du groupe entier et appliquer aux formes qu'il contient le nom de Créodontes proposé par M. Cope. Mais il faut bien reconnaître que beaucoup des matériaux nécessaires restent encore à réunir et que quelques types sont bien réellement dissidents.

Le groupe que nous abordons ensuite offre une complication bien

appréciable du système dentaire, puisque les denticules des molaires sont disposés par paires.

La partie postérieure de la dent va nous offrir des modifications assez variables mais qui, toutes, peuvent être caractérisées par une dépression sous forme de cupule qui se rencontre sur les dents du plus grand nombre de ces mammifères anciens. Tantôt la cupule postérieure est peu étendue, peu profonde et repose sur une sorte de talon, ainsi dans le genre *Protoproiverra* (fig. 10).

Tantôt la cupule occupe une partie plus considérable de la dent, mais elle est encore assez superficielle et parfois en partie dissimulée par des mamelons accessoires.

Cette disposition des molaires inférieures peut bien caractériser le genre *Arctocyon* (fig. 20-24).

Des dents plus petites, plus simples dans la constitution de leurs denticules pourront être désignées sous le nom d'*Arctocyonides* (fig. 27-29).

Une forme bien intéressante par suite des rapports qu'elle semble présenter à la fois avec le genre *Arctocyon* et avec le *Pleuraspidotherium*, peut être désignée sous le nom de *Conaspidotherium* (fig. 30).

D'autres fois la cupule postérieure devient à la fois large et profonde et c'est bien là le type cupulidenté dont nous nous sommes déjà particulièrement occupé et qui semble si répandu dans les terrains tertiaires anciens d'Europe et d'Amérique.

Les variations de forme des denticules qui précèdent la cupule postérieure permettent de supposer un régime assez varié chez les mammifères de cette classe, aussi s'explique-t-on facilement que plusieurs de ces types aient été réunis par M. Cope au groupe des Créodontes.

Quelques-unes de ces formes paraissent communes à la fois au nouveau et à l'ancien continent; c'est ainsi que des dents recueillies aux environs de Reims semblent rappeler avec quelques différences le genre *Esthonyx*, d'où le nom de *Plesiethystonyx* que nous proposons (fig. 32).

D'autres mammifères cupulidentés paraissent pouvoir être rapprochés de préférence des insectivores par suite de leur petite taille et de la forme spécialement acuminée de leurs denticules dentaires. Nous citerons à ce point de vue l'*Adapisorex* et l'*Adapisoriculus* (fig. 33-48) des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims.

M. Cope rapproche également des insectivores plusieurs types américains.

Nous arrivons enfin aux mammifères cupulidentés qui paraissent

pouvoir être rapprochés plutôt des Lémuriens, les diverses parties de leur squelette semblant indiquer des habitudes grimpeuses. Les types rémois qui offrent ce caractère sont le *Plesiadapis* (fig. 50-70) et le *Protoadapis* (fig. 71-78).

Les formes américaines ne laissent pas que d'être assez nombreuses.

Les types qu'il nous reste à étudier sont caractérisés essentiellement par quatre denticules disposés par paires, deux antérieurs, deux postérieurs. Parfois ces denticules restent à l'état de mamelons isolés; d'autres fois ils s'allongent dans le sens transversal, constituant des sortes de collines; d'autres fois enfin ils se recourbent dans le sens antéro-postérieur de façon à se disposer en croissant.

M. Gaudry a mis en vive lumière ces variations de formes qui caractérisent des subdivisions spéciales et généralement bien définies.

Ces diverses formes appartiennent au grand groupe des Pachydermes qui, depuis longtemps, a pu être caractérisé, comme présentant un régime omnivore, sinon complètement herbivore, et une réduction du nombre des doigts qui ne dépasse jamais le chiffre 4 pour descendre au chiffre 3, 2 ou même 1.

Parmi ces doigts il y a prépondérance tantôt de 1 tantôt de 2.

Dans le premier cas, le nombre des doigts est de 3; dans le second de 4 ou de 2.

Il en résulte la division depuis si longtemps établie des Pachydermes à doigts impairs (périssodactyles) et à doigts pairs (artiodactyles). A ces caractères s'en joignent d'autres bien constants et tout-à-fait spéciaux, ainsi les rapports des os du pied avec la jambe et la conformation du fémur.

Cette série de caractères est facilement reconnaissable chez les Pachydermes de la moins ancienne des faunes tertiaires que nous avons étudiée dans les environs de Reims, autrement dit de la faune agéienne. Nous y avons rencontré effectivement comme mammifères imparidigités, le *Pachynolophus* (fig. 109-118), l'*Orotherium* (fig. 119-120), l'*Hyracotherium* (fig. 121), le *Lophiodon* (fig. 122-125), le *Lophiodochærus* (fig. 128-131).

Comme Pachydermes paridigités, nous citerons le *Protodichobune* (fig. 132-143).

Mais cette distinction cesse de pouvoir être appliquée aux mammifères à molaires quadrituberculées de la faune cernaysienne. Nous voulons parler du *Pleuraspidothorium* (fig. 95-108) et de l'*Orthaspidothorium* (fig. 100-108).

Sans doute ils se rapprochent plus du type pachyderme que de tout autre, mais ils s'en distinguent par le fait du nombre de leurs

doigts portés au chiffre 5 et par la conformation de leurs phalanges onguéales qui semblent établir le passage des onguiculés aux ongulés. Nous avons déjà décrit cette forme de la phalange terminale sous le nom de phalange ali-onguiculée.

D'une autre part ces pachydermes anciens confondent les caractères des paridigités et des imparidigités et par suite ne peuvent rentrer ni dans l'une, ni dans l'autre de ces classes.

Nous croyons donc qu'ils doivent constituer une subdivision toute spéciale, confinée jusqu'ici dans les couches tertiaires anciennes. Nous proposons de les désigner sous le nom de Paléopachydermes.

Ils ne laissent pas du reste que d'offrir quelques tendances lému-riennes.

Le groupe des rongeurs n'a encore laissé aucune trace dans la faune cernaysienne. Il apparaît (fig. 144-150) pour la première fois dans la faune agéienne. Il s'agit bien là de rongeurs vrais, mais qui ont néanmoins conservé quelques rapports de formes avec les cupulidentés. Le terme de *Decticadapis* a pour but d'indiquer ces rapports de forme.

Nous terminons enfin par le groupe des Plagiaulacidés, et notamment par le genre *Neoplagiaulax* (fig. 152-160) qui représente la subdivision si importante dans les temps secondaires des *multituberculata*.

Après ces considérations générales nous allons passer successivement en revue les différents genres dont nous avons figuré les dents sur les planches qui accompagnent ce travail.

Genre *Procynictis* (Nob.) (Fig. 1ⁿ-4^e).

Parmi nos formes anciennes des environs de Reims, nous avons rencontré un type nettement caractérisé par l'étrange conformation de ses dents.

En effet, dans l'intervalle d'un denticule antérieur fort court et d'un denticule postérieur relevé en talon, fait saillie un denticule principal à sommet se dilatant vers sa partie terminale.

On reconnaît là des analogies de forme avec plusieurs types de mammifères secondaires, notamment les genres *Amblotherium* et *Peramus*, de M. Owen.

Comme d'autre part le nouveau genre semble rappeler le *Cynictis*, mammifère carnassier d'un âge plus récent, nous avons proposé le nom de *Procynictis*.

Le *Procynictis* appartient à la faune cernaysienne; dans la faune agéienne une dent (fig. 47ⁿ-47^e), par suite de sa forme assez étrange, rappelle le genre *Procynictis*.

Genre *Dissacus* (Cope) (Fig. 2^e-2^s).

Les dents appartenant à ce genre et représentées ici de grandeur naturelle, vues par leur face externe (2^e) et par leur bord supérieur (2^s), ont été rencontrées sur une mâchoire d'assez grande dimension, presque complète, car elle présentait l'alvéole d'une canine à racine assez puissante, légèrement inclinée en avant, puis une barre suivie de quatre cavités alvéolaires paraissant correspondre à deux prémolaires.

A la suite venaient quatre dents sensiblement de même forme, car chacune d'elles consistait en un promontoire antérieur triangulaire, long, acuminé, précédé d'un denticule basilaire accessoire fort petit et suivi d'un talon ayant la forme d'une faucille à bord tranchant.

Ces dents augmentaient de volume de la première à la troisième, la quatrième étant sensiblement plus petite; la pointe du promontoire simple sur la première dent trouvée en place (sans doute la dernière prémolaire), présentait un commencement de dédoublement sur les trois dents suivantes. Les caractères spéciaux de l'espèce rencontrée en France, nous font proposer le nom de *Dissacus europæus*.

Genre *Hyænodictis* (Nob.) (fig. 3^e, 3^s, 4^e, 4^s, 5)

Les dents attribuables à ce nouveau genre ont été rencontrées à la fois dans la faune cernaysienne (3^e, 3^s, 5) et dans la faune agéienne (4^e, 4^s). Les dernières de ces dents étaient en place sur un maxillaire inférieur qui nous a permis d'étudier l'alvéole d'une canine de taille moyenne et de constater la présence de trois prémolaires dont les deux premières ne sont indiquées que par leurs racines. On peut conclure néanmoins de cet examen que les prémolaires augmentaient de volume de la première à la troisième.

La dernière de ces dents, la seule qui ait pu être étudiée, présentait un promontoire antérieur recourbé en haut et en arrière, à bord tranchant, et un talon de taille presque égale à bord également tranchant. Une disposition analogue se remarque dans les arrièremolaires dont le promontoire antérieur tend à se dédoubler et dont le talon s'élargit en une cupule sur la dernière de ces dents.

On saisit facilement, sur les figures que nous donnons, les différences spécifiques de l'espèce de la faune cernaysienne (*Hyænodictis Gaudryi*), les dents sont ici plus petites et leurs denticules antérieurs plus étroits et plus droits.

L'espèce de la faune agéienne (*Hyænodictis Filholi*) paraît avoir été un peu plus volumineuse. La figure 5 nous semble pouvoir être considérée comme représentant une molaire supérieure du genre que nous étudions ici, elle a été trouvée dans la faune cernaysienne.

Genre *Tricuspidon* (Nob.) (Fig. 6^e, 6^s, 7^e, 7^s, 8^e, 8^s, 9).

Ces diverses dents ont été rencontrées dans la faune cernaysienne; deux d'entre elles présentent une subdivision en trois pointes plus divergentes sur les figures 8^e, 8^s, où les pointes sont bien intactes.

La dent (fig. 6^e, 6^s) qui n'offre plus que deux denticules suivis d'un talon à peine appréciable, nous paraît avoir la valeur d'une prémolaire.

La figure 9 nous représente une molaire supérieure que nous croyons pouvoir attribuer au même genre. Le degré d'usure qui pouvait affecter ces dents semblerait indiquer un régime assez spécial présentant peut-être quelque analogie avec celui de l'hyène actuelle.

Genre *Protoproviverra* (Nob.) (Fig. 10ⁿ, 10^e, 10^s).

Il s'agit ici d'un carnassier de la faune agéienne qui, par suite de son ancienneté moindre, rentrait plus dans les formes depuis longtemps connues. Les molaires paraissent avoir été au nombre de six, la première présentant un simple denticule recourbé, la troisième un denticule médian droit triangulaire, précédé et suivi d'un fort petit denticule basilaire. Les arrière-molaires allaient diminuant de volume de la première à la troisième. Elles avaient leur promontoire antérieur profondément dédoublé, suivi d'un talon à la fois denticulé et cupuliforme. Nous croyons pouvoir attribuer au même genre l'incisive figurée en avant des molaires. Les analogies que nous avons cru reconnaître d'autre part avec le *Palæonictis* nous font proposer le nom de *P. palæonictides*.

Genre *Arctocyon* (Blv.) (Fig. 11^a, 11^p, 12^a, 12^p, 13^e, 14^u, 15^u, 16^u, 17^u, 18^u, 19^u, 20^e, 20^s, 21^s, 22^e, 22^s, 23^s, 24^s).

Ce type si important pour la faune cernaysienne et sur l'histoire duquel nous n'avons pas à revenir ici, nous est actuellement à peu près complètement connu, car nous avons pu recueillir, outre les nombreuses séries dentaires figurées dans ce travail, un crâne à

peu près intact et presque tous les os des membres, ainsi que de nombreuses vertèbres.

Les incisives déjà figurées en place dans un travail antérieur étaient au nombre de trois pour chaque moitié du maxillaire supérieur et du maxillaire inférieur.

Nous croyons pouvoir attribuer au genre *Arctocyon* les trois incisives supérieures figurées en 11^a, où elles sont vues par leur face antérieure et en 11^p où elles se présentent par leur face postérieure. Elles paraissent avoir été susceptibles d'usure, surtout la plus externe. Les deux plus internes offrent un rétrécissement au niveau du col et une couronne à la fois ovoïde et conique. Une disposition analogue se remarque pour les incisives inférieures, vues également suivant leurs deux faces postérieures à 12^p.

Quand les incisives étaient bien intactes elles devaient présenter de fines crénelures sur leurs bords.

Nous avons pu recueillir d'assez nombreux exemplaires de canines, parfois d'assez fortes dimensions, les unes isolées, les autres en place sur des mâchoires inférieures ou supérieures.

La canine que nous figurons en 13^e est particulièrement intéressante, puisqu'elle a été trouvée en place sur le crâne presque intact de l'*Arctocyon*. Elle offre elle-même une conservation presque parfaite, qui se traduit par la présence, sur le bord tranchant de la dent, d'une série de fort petits denticules bien réguliers. Ce caractère ne se rencontrant plus guère actuellement que dans nos formes les plus carnassières, s'allie par suite à des molaires dont les parties tranchantes sont toujours complètement conservées.

Chez l'*Arctocyon* il était loin d'en être de même, car sur le même crâne nous trouvons à la fois la canine que nous mentionnons ici et des molaires dont l'usure est fort prononcée.

Les prémolaires supérieures et inférieures variaient de nombre, car nous en avons trouvé quatre dans une de nos espèces rémoises, l'*Arctocyon Dueilii* (fig. 22) et trois seulement chez l'*Arctocyon Gervaisii* (fig. 20).

Ces prémolaires diffèrent complètement des arrière-molaires; elles vont s'accroissant notablement de volume de la première à la dernière qui, à ce point de vue, dépasse sensiblement même les molaires qui la suivent. La dernière prémolaire jouait donc le rôle d'une véritable carnassière aussi bien à la mâchoire inférieure qu'à la mâchoire supérieure. Or, on sait que ce rôle est dévolu actuellement à la première arrière-molaire inférieure de nos types carnassiers.

Les prémolaires supérieures (fig. 19^a) présentaient un denticule

externe saillant, à la fois conique et tranchant, et un talon interne de dimension bien moindre.

Les prémolaires inférieures étaient presque entièrement constituées par une saillie médiane, triangulaire, comprimée, précédée et suivie d'une légère saillie appréciable chez l'*Arctocyon Gervaisii* (fig. 20) et plus développée en arrière chez l'*Arctocyon Dueilii* (fig. 22).

Les arrière-molaires sont au nombre de trois. Elles sont bien distinctes, par leur forme, des prémolaires, car ce sont avant tout des dents triturantes.

L'usure qui a résulté de ce mode d'action spécial modifie complètement l'aspect de la dent. Aussi est-il intéressant de l'étudier à ses différents stades, ainsi que nous l'avons figuré en 24^s, où l'on voit successivement d'arrière en avant, l'avant-dernière molaire inférieure d'abord tout-à-fait intacte, puis déjà un peu usée, enfin entamée par l'usure.

On peut également constater en 19^u l'usure profonde qui pouvait atteindre les molaires supérieures.

La forme de la couronne des molaires supérieures est irrégulièrement quadrangulaire, la dernière de celles-ci tendant à s'arrondir ainsi qu'on peut le constater fig. 14^u. Sur ces trois dents trouvées en place, on peut également constater que l'avant-dernière arrière-molaire était plus considérable que la dent qui la précédait et surtout que celle qui la suivait.

La disposition générale des denticules est la suivante, ainsi qu'on peut le constater sur les figures 14^u, 15^u, 16^u, 17^u, 18^u : deux denticules externes, deux denticules moyens généralement un peu plus petits, un denticule interne. Ce denticule interne a généralement près de lui un mamelon qui dépend du bourrelet même de la couronne.

D'autre part, sur la dernière arrière-molaire, il y a atrophie prononcée de ces deux denticules internes. On voit donc, qu'en réalité, les molaires supérieures de l'*Arctocyon* offraient une disposition beaucoup plus compliquée que le type *triconodon* normal, si complètement étudié en Amérique et qui n'avait que deux denticules externes et un denticule interne.

Les arrière-molaires inférieures, étudiées sur des échantillons tout à fait intacts (fig. 21^s, 22^s, 23^s), sont remarquables par le grand nombre des éléments d'émail qui les surmontent et leur donnent un aspect à la fois fort élégant et bien caractéristique.

Sur les dents d'une conservation moins complète (fig. 20^e, 20^s) ces éléments, tendant à s'atténuer, on distingue quatre gros denti-

cules arrondis, peu saillants, précédés d'un promontoire antérieur et suivis d'une sorte de petit talon de développement variable.

La dernière arrière-molaire inférieure offre un intérêt spécial, car, relativement courte chez l'*Arctocyon Gervaisii* (fig. 20 et 21), elle s'allonge beaucoup chez l'*Arctocyon Dueilii* (fig. 22, 23). Mais s'il s'agit là de caractères très favorables pour l'établissement de types spécifiques, les dents, surtout quand on les considère dans leur état de non usure, se montrent composées en réalité des mêmes éléments. Aussi l'intégrité du genre *Arctocyon* nous semble-t-elle devoir être conservée d'une façon absolue malgré l'opinion contraire de M. Cope, qui a cru pouvoir proposer deux noms génériques nouveaux pour nos types rémois.

Genre *Arctocyonides* (Nob.) (fig. 25^u, 26^u, 27^s, 28^s, 29^s).

Ce nouveau type générique a été rencontré dans la faune cernaysienne. Ses dents paraissent offrir, sous un volume moindre, de grandes analogies de forme avec les dents de l'*Arctocyon*, d'où le nom sous lequel nous proposons de le désigner.

Les molaires supérieures présentent, en effet, cinq denticules (Fig. 25^u, 26^u).

Les molaires inférieures offrent deux denticules antérieurs observés bien intacts sur les figures 27^s, 28^s et atteints par l'usure sur la figure 29^s.

La partie postérieure de la dent ne présente qu'un denticule sur la figure 27, deux sur la figure 28, trois sur la figure 29, que nous considérerions volontiers comme une dernière arrière-molaire.

Ces dents sont à la fois plus petites et plus quadrilatères que celles de l'*Arctocyon*.

Genre *Conaspidotherium* (Nob.) (Fig. 30^e et 30^s).

Cette dent a été rencontrée sur un maxillaire inférieur, relativement intact, car il nous permet de constater, par l'étude des alvéoles, les dimensions de la dent qui suivait et qui était la dernière de la série et les dimensions des quatre dents précédentes. Ce maxillaire est en outre remarquable par sa gracilité relative qui contraste avec le volume des mâchoires de l'*Arctocyon*, dont les couronnes dentaires, en réalité, diffèrent peu à ce point de vue.

A en juger par ce qui reste de l'alvéole de la canine, cette dent devait être peu volumineuse; nous trouvons ensuite les alvéoles de trois prémolaires, dont la dernière était la plus considérable.

Le volume de la première arrière-molaire était encore supérieur et il paraissait égal, et peut-être même surpasser celui de la dent trouvée en place. D'autre part la dernière arrière-molaire devait être sensiblement plus courte que les dents qui la précédaient.

Si nous considérons maintenant la dent rencontrée sur le maxillaire, nous voyons qu'elle est composée essentiellement de deux paires de denticules. La paire antérieure étant la plus proéminente, se trouve elle-même précédée d'un denticule déjeté en dedans.

La paire postérieure est suivie d'un très léger renflement en forme de talon. Du denticule postéro-externe part une mince ligne saillante qui rejoint le denticule antéro-interne. Il semble que ce soit là la première trace de la ligne oblique que nous allons retrouver beaucoup plus prononcée, il est vrai, dans les genres *Pleuraspidotherium* et *Orthaspidotherium*. Il y a donc une analogie de forme à reconnaître entre ces trois genres, d'où le nom que nous avons proposé. D'une autre part les denticules du *Conaspidotherium*, par leur forme conique, surbaissée, rappellent jusqu'à un certain point les genres *Tricuspidon* et *Arctocyon*.

Le nouveau genre rémois *Conaspidotherium* offrirait donc cet intérêt spécial de venir s'intercaler entre des types en apparence fort dissemblables.

Genre *Plesiesthonyx* (Nob.) (31ⁿ, 31^u, 32ⁿ, 32^s, 32ⁱ).

La molaire supérieure (fig. 31ⁿ, 31^u) et les molaires inférieures (fig. 32ⁿ, 32^s, 32ⁱ) que nous attribuons à ce genre ont été rencontrées dans la faune agéienne et elles sont remarquables par leur état de conservation, d'où une multiplicité de détails dont la description pourrait être fort longue. Nous remarquerons simplement que les molaires inférieures présentent une vaste dépression cupulaire fort caractéristique. La partie antérieure de la dent, sensiblement saillante, offre deux denticules mamelonnés précédés d'un promontoire large et rectiligne sur la plus postérieure de ces dents, saillant et triangulaire sur la plus antérieure.

Quant à la molaire supérieure, parmi ses nombreux mamelons d'émail, nous en remarquons quatre plus accentués, les deux internes tendant à se réunir pour constituer une saillie qui devait être reçue dans la cupule de la molaire inférieure.

Les molaires inférieures offrent, bien qu'avec des différences, une analogie incontestable avec le genre américain *Esthonyx*, d'où le nom générique que nous proposons; la nouvelle espèce sera le *Plesiesthonyx Muniéri*.

Genre *Adapisorex* (Nob.) (Fig. 33ⁿ, 33^e, 34ⁿ, 34^e, 35, 36, 37ⁿ, 37^e, 38ⁿ, 38ⁱ, 38^s, 39ⁿ, 39^e, 40ⁿ, 40^e, 41, 42ⁿ, 42^e, 43ⁿ, 43^e, 44^a, 44ⁿ, 45, 46, 47ⁿ, 47^e).

A la suite des détails dans lesquels nous sommes entrés dans une communication faite à la Société Géologique, le 26 janvier 1885, nous nous contenterons de rappeler que nous avons cru pouvoir attribuer au genre *Adapisorex* ce nom, par suite des analogies qu'il nous a paru offrir à la fois avec le *Plesiadapis* tertiaire et avec certains insectivores actuels.

Nous avons rapporté à ce genre, d'abord rencontré dans la faune cernaysienne, plusieurs dents isolées, à savoir les incisives supérieures 33ⁿ, 33^e et 34ⁿ, 34^e, la première remarquable par une sorte de dédoublement qui rappelle la partie antérieure de l'incisive tricuspidée du *Plesiadapis*; puis viendrait une incisive inférieure (Fig. 35).

Des molaires supérieures peuvent être étudiées dans tous leurs détails sur les figures 36, 37ⁿ, 37^e; la première de ces dents est remarquable par ses pointes saillantes, les trois autres comprises sous le chiffre 37, présentent deux denticules externes, deux denticules moyens et un denticule interne qui se confondrait avec le pourtour de la dent.

Les molaires inférieures nous donnent des notions plus précises, puisqu'elles ont été trouvées en place sur des maxillaires ou fragments de maxillaires. Dans toutes ces formes les arrière-molaires se font remarquer par leurs denticules antérieurs et leur cupule postérieure limitée elle-même par des denticules fort petits.

La dernière des prémolaires fait toujours une saillie notable et se compose d'un promontoire antérieur tranchant et d'un talon postérieur en forme de faucille.

Rappelons que l'*Adapisorex remensis* est représenté dans les figures 38ⁿ, 38ⁱ, 38^s. Sa dernière prémolaire est relativement simple.

L'*Adapisorex Gaudryi* a une prémolaire garnie de nombreux tubercules qui se retrouvent en partie sur les arrière-molaires, ainsi qu'on peut le constater sur les figures 40ⁿ, 40^e.

L'*Adapisorex Chevillionii* a des molaires plus surbaissées et sa dernière prémolaire présente deux fort petits denticules latéraux extérieurs à son promontoire (Fig. 39ⁿ, 39^e).

Peut-être par suite de ses faibles dimensions et de la complication des molaires peut-on faire un genre différent du type représenté (fig. 41). Ce serait l'*Adapisoriculus minimus*.

Toutes ces pièces ont été rencontrées dans la faune cernaysienne. Il nous semble difficile de ne pas réunir dans le même genre, un certain nombre de dents recueillies dans la faune agéienne, bien que leurs dimensions soient un peu plus considérables. Nous trouvons effectivement comme partie bien caractéristique, une cupule profonde, limitée en arrière par des denticules extrêmement petits et en avant par des denticules formant un véritable promontoire.

Ces caractères peuvent se remarquer sur les figures 42ⁿ, 42^e, ce sera l'*Adapisorex Osbornii*.

La fig. 43ⁿ, 43^e nous offre un type de taille un peu supérieure.

Nous avons d'autre part recueilli également dans la faune agéienne une série de pièces isolées qui, par leur forme et leurs faibles dimensions, semblent pouvoir se rattacher au même genre, ainsi les prémolaires 45, 46, 47ⁿ, 47^e. Cette dernière est remarquable par la brièveté du talon postérieur et l'allongement du promontoire antérieur dont la pointe se dilate. Les figures 44ⁿ, 44^e semblent nous indiquer une canine supérieure.

Enfin la figure 48 paraît bien être une prémolaire supérieure d'un type notablement plus volumineux que les formes ordinaires de l'*Adapisorex*.

Genre *Plesiadapis* (Gerv.) (fig. 49ⁿ, 50, 51, 52, 53, 54ⁿ, 54^e, 55ⁿ, 55^e, 56ⁿ, 56^e, 57ⁿ, 58ⁿ, 59ⁿ, 60ⁿ, 61ⁿ, 62ⁿ, 63ⁿ, 64ⁿ, 64^e, 64^s, 65ⁿ, 65^e, 65^s, 66ⁿ, 66^e, 66^s, 67^s, 68ⁿ, 68^e, 68^s, 69^e et 70^s).

Ce genre si important pour l'Eocène inférieur des environs de Reims, nous est à peu près complètement connu au point de vue du système dentaire.

Les incisives supérieures trouvées en place (fig. 49ⁿ) étaient au nombre de deux, la seconde de beaucoup la moins considérable et de forme ovale. Quant à l'incisive antérieure elle est remarquable à la fois par son volume et par sa forme plus compliquée dans la faune cernaysienne (fig. 50), un peu plus simple dans la faune agéienne (fig. 51).

Nous avons déjà insisté sur la forme tricuspidée des incisives supérieures du *Plesiadapis* le plus ancien; mais l'on voit, en examinant les trois dents de la figure 50, que cette disposition présente elle-même des variations que l'on peut grouper en trois types qui correspondent probablement eux-mêmes aux trois formes spécifiques que nous avons étudiées fig. 64, 65, 66. Toutes ces incisives sont vues par leur face postérieure.

Nous aurions de la tendance à réunir l'incisive 50^a aux molaires

fig. 64, l'incisive 50^b aux molaires 65 et l'incisive 50^c aux molaires 66, qui présentent également un volume plus considérable et une usure plus prononcée. Les incisives fig. 51 proviennent du même type que les molaires 68 qui ont été rencontrées dans la faune agéienne. Ces dernières incisives constituent dans le genre *Plesiadapis*, un sous-genre bien caractérisé par l'atrophie des denticules postérieur et antéro-externe.

L'incisive inférieure était unique pour chaque moitié de la mâchoire, ainsi qu'on peut s'en convaincre en examinant les figures 68 et 69.

Les deux incisives figurées en 52 proviennent de la faune cernaysienne ; elles présentent un talon postérieur fort réduit, mais encore bien appréciable, et une partie antérieure qui, sur les échantillons bien conservés, présente la trace d'un dédoublement de la pointe.

L'incisive 53 a été rencontrée dans la faune agéienne ; la trace du dédoublement n'est plus appréciable et le talon postérieur a presque complètement disparu.

Le *Plesiadapis* avait-il des canines ? On n'en trouve aucune trace sur la mâchoire inférieure, mais nous ne serions pas aussi affirmatifs pour la mâchoire supérieure, car on peut peut-être donner cette signification aux dents 54^a, 54^e et 55^a, 55^e, rencontrées dans la faune cernaysienne, et 56^a, 56^c dans la faune agéienne. Elles présentent une assez grande analogie de forme. La dent (fig. 55^a, 55^e) est d'une autre part fort remarquable par le prolongement en bourrelet de la racine en arrière de la couronne.

On peut se rendre compte du nombre, du volume et de la forme générale des molaires supérieures en examinant la figure 57^a.

Les prémolaires, au nombre de 2, peuvent être étudiées sensiblement grossies sur les figures 58^a et 59^a, pour la faune cernaysienne, 63^a pour la faune agéienne. Elles sont remarquables par leur allongement transversal et présentent deux denticules externes qui se confondent plus ou moins complètement sur la première prémolaire et un denticule interne.

Les arrière-molaires supérieures sont de forme ovalaire et relativement plus larges au niveau de leur extrémité interne, bien que l'on ne trouve en ce point qu'un seul denticule. Ce denticule interne se relie aux deux denticules externes par deux denticules médians de forme et de volume un peu variables, ainsi qu'on peut s'en assurer en examinant les figures 58^a et 60^a, qui appartiennent à la faune cernaysienne, et 62^a, qui ont été rencontrées dans la faune agéienne.

La figure 61^a représente une molaire supérieure de la faune cernaysienne qui correspond aux molaires inférieures 66. Outre les cinq denticules normaux on trouve un denticule interne appartenant au bourrelet même de la couronne et rappelant par suite la disposition des dents de l'*Arctocyon*.

Les molaires inférieures peuvent être étudiées relativement à leur volume et à leur forme générale sur les figures 64^a, 65^a et 66^a, qui appartiennent à la faune cernaysienne, 68^a qui provient de la faune agéienne.

L'étude des détails peut être faite sur les dents correspondantes, figurées à un grossissement assez considérable. La série fig. 64^c, 64^s, par suite de la conformation plus aigüe et plus tranchante de ses prémolaires, plus longuement denticulée de ses arrière-molaires, semble indiquer un type plus carnassier, ce sera le *Plesiadapis remensis*. Une configuration inverse à denticules plus courts et plus arrondis indique un régime plus frugivore pour les dents de la série, fig. 65^e, fig. 65^s (*Plesiadapis Gervaisi*). Les dents des figures 66^e, 66^s et 67^s se rapportent à une espèce différente caractérisée par son court talon et les denticules mamelonnés de son promontoire antérieur. Ce sera le *Plesiadapis Trouessarti*.

Les *Plesiadapis remensis*, *Gervaisi* et *Trouessarti*, appartiennent à une subdivision ou sous-genre bien caractérisé par ses incisives tricuspides, ce sera le sous-genre *Tricuspidens*. Inversement le *Plesiadapis* de la faune agéienne rentrera dans le sous-genre *Subunicuspidens*. Nous avons déjà proposé la dénomination de *Plesiadapis Daubrei*. On peut apprécier le volume et les différents détails des molaires inférieures sur les figures 68^a, 68^c, 68^s.

La figure 69^e nous présente cet intérêt spécial d'offrir en place trois molaires permanentes, deux molaires et une incisive de remplacement. Sur un premier plan, se trouvent superposées la première prémolaire de lait, la première prémolaire de remplacement et l'incisive de remplacement. Sur le plan suivant, on voit la deuxième molaire de remplacement. La première prémolaire de lait s'était déjà détachée. Viennent ensuite deux arrière-molaires permanentes.

On sait que chez les marsupiaux actuels, il n'y a qu'une seule dent de remplacement. Il est donc important d'avoir constaté l'existence de trois de ces dents chez le *Plesiadapis*.

Nous avons figuré en 70^s, avec un grossissement assez considérable, une singulière dent que nous considérerions volontiers comme une dernière molaire de lait du genre *Plesiadapis*; on remarquera le développement tout spécial de son promontoire antérieur.

Genre *Protoadapis* (Nob.) (Fig. 71ⁿ, 72, 73, 74, 75ⁿ, 76^u, 76^e, 76^s, 77ⁿ, 77^s, 77^e, 78ⁿ, 78^s).

Ce nouveau genre n'a été rencontré que dans la faune agéienne. Il offre des affinités très réelles avec le *Plesiadapis* par suite de la forme de ses molaires inférieures, fig. 76, 77, 78; ces sortes de dents paraissent avoir été au nombre de six, il y avait donc une prémolaire de plus que dans le genre *Plesiadapis*.

De plus on remarque sur la figure 71ⁿ, immédiatement en arrière de la canine, une légère dépression qui semblerait indiquer une première prémolaire caduque.

Nous croyons pouvoir donner la valeur d'une canine supérieure et d'une canine inférieure aux figures 73 et 74. Ces dents présentent une couronne singulièrement effilée à leurs pointes.

Les incisives, dont on peut étudier les alvéoles sur la figure 71ⁿ, étaient au nombre de deux. Peut-on regarder comme l'une d'elles la dent grossie, figurée en 72 ?

Nous croyons pouvoir considérer comme des molaires supérieures les dents figurées en 75ⁿ. Elles présentent, comme les dents du *Plesiadapis*, cinq denticules principaux, mais l'extrémité interne tend à s'effiler.

Les variations offertes par la dernière arrière-molaire inférieure des figures 77^e, 77^s, et 78^s, nous paraissent justifier l'établissement de deux espèces. Le *Protoadapis curvicspidens* (fig. 77), offre des denticules plus courbés et un talon plus allongé. Le *Protoadapis recticspidens* (fig. 78) a des denticules plus rapprochés, plus droits et un talon plus court et plus massif.

La forme spéciale des prémolaires fig. 76ⁿ, 76^e, 76^s et des canines, fig. 73 et 74 du *Protoadapis* semble indiquer un régime plus carnassier que celui du *Plesiadapis*.

Genre *Pleuraspidothierium* (Nob.) (Fig. 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87^u, 88ⁿ, 88ⁿ, 89ⁿ, 89ⁱ, 89^s, 90ⁱ, 91^s, 92^s, 93^s, 94ⁿ, 94^s).

Ce genre, un des plus caractéristiques de la faune cernaysienne, nous est actuellement à peu près complètement connu, tant au point de vue des os des membres et du tronc que de la tête et de la dentition.

Nous avons pu, en effet, recueillir plusieurs crânes relativement intacts. Mais nous ne figurons ici que les points d'insertion des incisives, des canines et des premières prémolaires, fig. 79ⁿ, 80ⁿ, 81, 82, 83, 84, 85, 86.

Ces dents sont, en effet, particulièrement intéressantes à étudier, si on les compare aux incisives (fig. 109 et 110) et aux canines (fig. 111, 112 et 113) du *Pachynolophus*, dont les molaires (fig. 114-115), offrent une analogie de forme incontestable avec les molaires elles-mêmes (fig. 87, 88 et 89) du *Pleuraspidothérium*.

Les incisives supérieures du *Pleuraspidothérium* présentent, en effet, un développement tout spécial. On trouve d'avant en arrière (fig. 79ⁿ, 80ⁿ) une vaste alvéole qui recevait la dent 80^a figurée isolément. Cette dent présente la forme d'un cône allongé un peu recourbé sur lui-même.

La deuxième incisive supérieure a été trouvée en place sur la figure 79. Elle est plus droite et un peu plus courte; elle se trouve figurée un peu grossie en 81 *b*. La troisième incisive supérieure, également, trouvée en place, est représentée en 79 et 81 *c*; elle est encore plus petite. Puis vient une canine figurée en 79 et 84; elle est encore plus réduite. La dent qui lui fait suite 79-85 semble pouvoir être considérée comme une première prémolaire singulièrement simplifiée.

Nous n'avons pas encore trouvé en place les incisives, la canine et la première prémolaire inférieures, mais nous croyons qu'on peut donner cette valeur aux dents 82, 83, 86 qui s'adaptent d'une façon absolue aux alvéoles du maxillaire inférieur des figures 79 et 91^s.

Les incisives inférieures, d'abord réduites dans leurs dimensions (fig. 82), augmentaient sensiblement comme volume au niveau de la troisième, pour la réception de laquelle on trouve une vaste cavité alvéolaire semblant indiquer une véritable dent caniniforme. La figure 83 *b*, par suite de son usure spéciale, semble bien être cette dent qui serait représentée intacte en 83 *a*.

La canine inférieure était de taille fort réduite.

Quant à la première prémolaire que nous croyons devoir être la dent figurée en 86, elle était en tous points comparable à la première prémolaire supérieure.

Si nous cherchons dans le monde actuel un type qui nous représente cette singulière conformation de la partie antérieure de la mâchoire supérieure nous ne le trouvons guère que chez les marsupiaux et à ce point de vue le *Phalangista vulpina* est particulièrement intéressant. Mais si l'on peut comparer ces deux types au point de vue de la conformation de leurs mâchoires supérieures, il n'en est plus de même pour la mâchoire inférieure qui, chez le *Phalangista*, ne présente qu'une paire de grandes dents proclives, tandis que chez le *Pleuraspidothérium*, nous avons trois paires de

ces dents se réduisant considérablement comme volume de la troisième à la première.

Les dents que nous venons de décrire se trouvent séparées par une barre plus ou moins étendue (fig. 79ⁿ, 91^s) des molaires proprement dites. Celles-ci étaient au nombre de cinq, pour la mâchoire supérieure (fig. 87^u) et pour la mâchoire inférieure (fig. 89^e, 89^s).

Nous avons déjà fait remarquer les analogies de forme des molaires du *Pleuraspidothorium* de la faune cernaysienne avec les mêmes dents du *Pachynolophus* de la faune agéienne. Chez l'un comme chez l'autre, nous trouvons, au niveau des molaires supérieures, deux forts denticules internes. Mais, tandis que le *Pachynolophus* (fig. 114^u) offre, intercalés, deux denticules moyens, ces denticules manquent chez le *Pleuraspidothorium*, ou du moins on n'en trouverait quelques traces qu'entre les denticules antéro-externe et antéro-interne.

Les molaires supérieures, plus simples chez le *Pleuraspidothorium*, auraient donc été se compliquant chez le *Pachynolophus* de la faune suivante.

Remarquons de plus la réduction de la dernière molaire supérieure du *Pleuraspidothorium* (87^u). Cette réduction porte également sur la dernière molaire inférieure (fig. 89^e, 89ⁱ, 90ⁱ), cette dent se trouvant complètement dépourvue de toute trace de talon, alors qu'on en trouve un si développé chez le *Pachynolophus* (fig. 115^e, et 116^s). Au reste, envisagées d'une façon générale, les arrière-molaires inférieures offrent dans les deux types beaucoup d'analogie, puisqu'elles présentent quatre denticules reliés par une ligne diagonale et un petit promontoire précédant la paire antérieure de denticules. Mais le denticule antéro-interne est manifestement simple chez le *Pleuraspidothorium*, tandis qu'il se dédouble chez le *Pachynolophus*.

La dernière prémolaire du *Pleuraspidothorium* est encore composée de quatre tubercules, mais avec cette remarque que le tubercule postéro-interne tend à s'atrophier plus ou moins complètement et qu'il y a saillie prononcée des deux tubercules antérieurs.

Chez le *Pachynolophus* (fig. 115 et 116), la réduction de la quatrième prémolaire est plus prononcée, puisqu'il n'y a plus en réalité qu'un seul tubercule postérieur. L'avant-dernière prémolaire du *Pleuraspidothorium* est remarquable par la saillie de sa partie antérieure, où on ne remarque plus qu'un seul denticule, elle se compare non pas à l'avant-dernière prémolaire du *Pachynolophus* (fig. 115), mais en réalité à la dent qui précède celle-ci et qui, du reste, a son promontoire antérieur plus surbaissé.

Le genre *Pleuraspidothorium* offre des différences appréciables dans la disposition de ses molaires supérieures et de ses molaires inférieures; il suffit de comparer à ce point de vue les figures 87^u et 88^u au point de vue des dernières prémolaires. Cette dent, dans la série 87^u, a son tubercule postéro-interne moins atrophié que dans la série 88^u.

De même la dernière arrière-molaire inférieure 90ⁱ est beaucoup plus raccourcie suivant son diamètre antéro-postérieur que la dernière arrière-molaire 89ⁱ.

Nous croyons donc pouvoir admettre deux espèces et nous proposons, pour la figure 90ⁱ, le nom de *Pleuraspidothorium Aumonieri* et pour la figure 89, le nom de *Pleuraspidothorium remense*.

Parmi les maxillaires inférieurs de *Pleuraspidothorium*, les uns sont remarquables par le développement spécial de la troisième incisive, fig. 91^s. Dans d'autres (fig. 92^s), cette alvéole diffère moins comme volume des dents voisines. Faut-il voir là une simple différence sexuelle, la dent en question se trouvant plus développée chez le mâle. Une autre forme de maxillaire figurée en 93^s un peu grossie, représenterait peut-être une forme tout-à-fait jeune. Enfin les figures 94ⁿ, 94^e, pourraient peut-être être considérées comme se rapportant à une dernière molaire de lait.

Genre *Orthaspidothorium* (Nob.) (Fig. 95, 96, 97, 98, 99, 100ⁿ, 100^e, 100^u, 101ⁿ, 101^e, 101^s, 102, 103, 104, 105, 106, 107^u, 108^s).

Ce genre offre des affinités incontestables avec le genre *Pleuraspidothorium*, car ses molaires supérieures (fig. 100) sont également formées de deux tubercules externes et de deux tubercules internes avec un rudiment de tubercule antéro-médian; mais la forme des molaires s'éloigne beaucoup plus du type quadrilatère. Les molaires inférieures présentent quatre denticules réunis par une diagonale, mais ces denticules sont plus droits, plus saillants, et la paire postérieure est suivie d'une sorte de talon qui prend un développement tout spécial sur la dernière arrière-molaire (fig. 101^e, 101^s, 102^e).

D'autre part les molaires supérieures fig. 100ⁿ et inférieures fig. 101ⁿ de l'*Orthaspidothorium* sont sensiblement plus petites et elles forment une série de six dents tandis que le *Pleuraspidothorium* n'en offre que cinq. La partie antérieure du maxillaire supérieur, moins bien conservée chez l'*Orthaspidothorium*, paraît avoir présenté d'assez grosses incisives (95-96). La partie antérieure du maxillaire inférieur nous a offert des dents courtes, aplaties (fig. 97-98). La fig. 99 représente peut-être une dent de cette région,

la fig. 103 une prémolaire supérieure, la fig. 104 une prémolaire inférieure.

Nous serions porté à donner aux dents figurées en 107^u et 108^s la valeur de deux dernières molaires de lait, l'une supérieure 107^u, l'autre inférieure 108^s. Elles sont sensiblement plus petites que la dent du *Pleuraspidothorium* fig. 94.

Les molaires de l'*Orthaspidothorium* offrent quelques différences et il suffit à ce point de vue de comparer les fig. 101^e et 102^e. La forme typique sera l'*O. Edwardsii*.

Nous avons rencontré, d'autre part, des dents manifestement plus petites (fig. 105 et 106), dans lesquelles les denticules postérieurs tendent à s'éloigner l'un de l'autre et ne se rejoignent plus aux antérieurs à l'aide d'une ligne oblique. Faut-il voir là une espèce ou même un genre différent?

Genre *Pachynolophus* (Pomel) (Fig. 109, 110, 111, 112, 113, 114^e, 114^u, 115^e, 115^s, 116^s, 117ⁿ, 117^e, 117^s, 118^s, 119ⁿ, 119^e).

Ce genre, connu déjà depuis longtemps, ne peut donner lieu ici qu'à quelques remarques spéciales qui présentent cet intérêt, que le *Pachynolophus* des environs de Reims semble pouvoir être considéré comme le premier représentant du genre. Nous avons déjà comparé ses molaires supérieures et inférieures (fig. 114, 115, 116, 117) aux mêmes dents du *Pleuraspidothorium*.

Nos espèces rémoises paraissent pouvoir être caractérisées à la fois par leur volume et par le nombre de leurs dents. Peut-être ont-elles la valeur de sous-genres.

Le *Propachynolophus Gaudryi* (fig. 115) pourrait être nettement caractérisé à ce point de vue par sa première prémolaire uniradiculée à couronne comprimée, le nombre total des molaires étant de sept.

Le *Pachynolophus Maldani* (fig. 117-118) rentrerait bien dans la définition ancienne du genre (six molaires).

Le *P. (Propachynolophus) Gaudryi*, de beaucoup le plus considérable, variait lui-même comme dimension, et il suffit de comparer les molaires inférieures 115^e et 116^s.

Les molaires supérieures de ce type sont représentées fig. 114.

Nous croyons pouvoir attribuer à la même espèce les incisives supérieures 109 et inférieures 110, ainsi que la canine supérieure 111 et les canines inférieures 112 et 113.

Le mode d'usure des canines 111 et 113 ne peut pas laisser de doute sur leur position réciproque.

Le *Pachynolophus Maldani* (117ⁿ, 117^e, 117^s, 118^s) offre des molaires plus petites à denticules moins dégagés. Le nombre de ces dents était réduit à six, ainsi que l'indique également l'échantillon recueilli en Belgique.

D'autres fragments de mâchoire trouvés dans la faune agéienne indiquent un type encore plus petit (fig. 119-120) et offrent cet intérêt spécial, que la dernière prémolaire, au lieu de différer nettement des arrière-molaires, s'en rapprocherait au contraire comme forme. C'est là le caractère du genre *Orotherium* indiqué par M. Cope. Les figures 119ⁿ, 119^e peuvent caractériser l'*Orotherium remense*.

Si on groupe en un seul genre (*Pachynolophus*), les divers types rémois, on aurait donc comme sous-genres :

Propachynolophus Gaudryi.

Pachynolophus Maldani.

Orotherium Remense.

La molaire inférieure (fig. 121) est remarquable par la forme et le développement spécial de ses denticules, recouverts de mamelons d'émail. Aussi avons-nous proposé le nom de *Hyracotherhyus* pour le type qu'elle représente.

Faut-il en faire un genre spécial ou un simple sous-genre, que l'on rattacherait aux *Pachynolophus* ?

Genre *Lophiodon* (Cuvier) (Fig. 122^s, 123^s, 124^s, 125^s, 126^s, 127^s).

Nous nous contenterons de donner ici la figure des dernières molaires inférieures 122^s, 123^s, 124^s, 125^s des quatre formes de *Lophiodon* rencontrées aux environs de Reims, deux d'entre elles (123^s, 124^s), dans la faune agéienne, les deux autres (122^s, 125^s) dans les couches du Calcaire grossier.

Toutes ces dents sont réduites dans les figures que nous donnons, mais leur proportion réciproque a été conservée. La figure 125^s (5^{cm}5) paraît correspondre au *Lophiodon Cuvieri*, la figure 122^s (4^{cm}7) est *Lophiodon Heberti* dont nous avons donné la diagnose en 1878. Nous avons, également à cette époque, dénommé le *Lophiodon remensis* (fig. 123^s (4^{cm}5)) et nous considérions alors la figure 124^s (3^{cm}7) comme une simple variété; faut-il y voir une espèce différente?

Nous hésitons également à nous prononcer sur la valeur des dents figurées en 126^s et 127^s. S'agit-il là de *Lophiodon* réels de taille beaucoup plus petite ou de quelque genre voisin?

Ces dernières dents proviennent de la faune agéienne.

Genre *Lophiodochærus* (Nob.) (fig. 128ⁿ, 128^e, 128^s, 129ⁿ, 129^s, 130ⁿ, 130^e).

Ce type nouveau a été rencontré dans la faune agéienne. Ses molaires inférieures semblent bien caractéristiques, car elles présentent deux paires de denticules petits, acuminés, distants l'un de l'autre et reliés par une mince ligne diagonale. Un dernier denticule situé sur une sorte de large talon se remarque sur la dernière arrière molaire. La partie antérieure de la dent forme un promontoire assez étendu. Ces divers détails peuvent être étudiés sur les figures grossies 128^o, 128^s. Sur la figure 128ⁿ, nous avons ajouté à la partie postérieure du maxillaire, une partie antérieure présentant en place une prémolaire et qui nous semble appartenir au même genre. Ce type de *Lophiodochærus* prendrait le nom de *Lophiodochærus Peroni*.

Peut-être pourrions nous rapporter au même genre une dent beaucoup plus petite (fig. 129ⁿ, 129^s) rencontrée dans la faune cernaysienne et qui nous offre, avec un aspect général analogue, des denticules relativement plus gros et plus arrondis.

Les figures 130ⁿ, 130^e ont rapport à une dent rencontrée dans la faune agéienne et paraissant, par suite de la présence de ses quatre denticules aigus, pouvoir rentrer jusqu'à un certain point, dans le genre *Lophiodochærus*.

La dent figurée en 131 provient également de la faune agéienne, elle est de volume plus considérable, et elle présente deux denticules antérieurs plus élevés et trois denticules postérieurs moins considérables, le troisième formant une sorte de talon. Cette dent, par suite de sa forme, se rapproche du genre *Chæromorus*.

Genre *Protodichobune* (Nob.) (Fig. 132ⁿ, 132^e, 132^s, 133^e, 134^e, 135ⁿ, 135^u, 136ⁿ, 136^u, 137, 138ⁿ, 139ⁿ, 140ⁿ, 140^e, 141ⁿ, 141^e, 142, 143.)

Ce nouveau genre rappelle, mais avec quelque différence, le *Dichobune*. Il est représenté dans la faune agéienne par des dents assez nombreuses.

Les unes ont été rencontrées en place sur des maxillaires ; elles ont, par suite, beaucoup plus d'importance, et nous commencerons par leur description. C'est ainsi qu'un maxillaire inférieur fig. 132ⁿ, nous donne en place quatre dents, à savoir les trois arrière-molaires et la dernière prémolaire, celle-ci de forme essentiellement différente. Viennent ensuite sept à huit cavités alvéolaires, les plus antérieures singulièrement réduites. Il devait en être, par suite, de même des incisives et de la canine. Cette dernière

devait être égale sinon inférieure aux prémolaires qui la suivaient. Peut-être peut-on donner cette valeur à la singulière dent figurée en 141ⁿ, 141^e, constituée par une couronne aplatie, conique, à racine épaisse, ovalaire, semblant résulter de la réunion intime de deux racines secondaires. Les arrière-molaires peuvent être étudiées dans tous leurs détails sur les figures 132^e, 132^s. Elles sont constituées par quatre denticules alternant comme volume. Le denticule postéro-externe, le plus considérable, paraît même sur les dents intactes présenter deux mamelons successifs. Le denticule antéro-interne, beaucoup plus volumineux que l'externe, présente deux mamelons transversaux. Un cinquième denticule surajouté à la dernière molaire lui constitue un talon assez développé.

Si l'on compare les arrière-molaires de la figure 132^e, à celles de la figure 133^e, on constate de notables différences, non seulement dans la forme et la proportion des denticules, mais encore dans leur ornementation; il semble bien s'agir là de deux espèces différentes. La figure 132^e sera le *Protodichobune Oweni*, les figures 133^e, 134^e, constitueront le *Protodichobune Lydekkeri*.

Parmi les prémolaires inférieures, une seule a été rencontrée en place et peut être étudiée sur les figures 132ⁿ, 132^o, 132^s; elle tendait à s'épaissir au niveau de sa partie postérieure. Nous croyons pouvoir considérer également comme des prémolaires inférieures, les figures 138ⁿ, 139ⁿ, 140ⁿ, 140^e. Les racines bien distinctes sur la première de ces dents tendent à se réunir sur les deux autres. Les figures 142, 143, semblent représenter des prémolaires supérieures.

Quant aux figures 135ⁿ, 135^a, 136ⁿ, 136^a et 137, elles rentrent bien dans la forme des arrière-molaires du groupe présentant deux denticules antérieurs et trois denticules postérieurs. La figure 135 présenterait une arrière-molaire relativement usée.

RONGEURS.

Le groupe des rongeurs apparaît pour la première fois dans la faune agéienne, où il est assez commun de rencontrer les incisives caractéristiques (fig. 147, 148, 149). En comparant ces figures on voit combien peut varier le volume de la dent.

Les molaires ont été trouvées, soit isolément (fig. 145ⁿ, 145^e, 145^s), soit en place sur un maxillaire (fig. 146ⁿ, 146^e, 146^s). Nous avons constamment constaté, sur les mâchoires inférieures, la présence des alvéoles de quatre dents (fig. 144ⁿ, 146ⁿ, 146^s).

Les dents molaires que nous avons rencontrées affectent deux formes différentes, ainsi la dent figurée en 146^e se compose d'un promontoire antérieur saillant formé de deux pointes latérales et

d'une pointe médiane. La partie postérieure de la dent présente également deux denticules séparés des denticules voisins par une dépression en cupule. Cette forme assez spéciale nous a paru avoir quelques relations avec le genre *Plesiadapis* et nous avons proposé le nom de *Deticadapis*. — *D. Sciuroides*.

Les molaires figurées en 145ⁿ, 145^e, 155^s nous rappellent beaucoup le genre *Plesiarctomys*. Ces figures, considérablement grossies nous montrent une cupule médiane entourée par un demi bourrelet antérieur et un demi bourrelet postérieur, bien différent comme forme de celui des denticules figurés en 146.

Une singulière dent figurée en 150, nous paraît rappeler la disposition générale des incisives de rongeurs avec un petit talon surajouté.

Si cette détermination était reconnue complètement exacte nous aurions donc là une dent de rongeur qui ne laisserait pas de rappeler jusqu'à un certain point le *Plesiadapis*.

Genre Neoplagiaulax (Nob.) (Fig. 151ⁿ, 152, 153, 154^s, 155^u, 156^u, 157^u, 158ⁿ, 158^p, 159^e, 160^s.)

Les détails descriptifs que nous avons déjà donnés antérieurement sur le genre *Neoplagiaulax*, nous permettront d'être ici très brefs. En examinant la figure 151ⁿ, on pourra se rendre compte du volume habituel des éléments constitutifs du système dentaire et des proportions relatives de l'incisive, de la prémolaire et des arrièremolaires.

La couronne revêtue de stries et les trois racines, antérieure, moyenne et postérieure d'une prémolaire (fig. 152), dans un fort bon état de conservation, permettront de bien caractériser le genre *Neoplagiaulax*, avec sa prémolaire unique.

La fig. 153 nous présente également une prémolaire denticulée, mais à surface lisse et rappelant, par suite, le genre *Ctenacodon*; nous pourrions proposer pour elle le terme de *Neoctenacodon*.

La figure 154^s nous donne des détails relatifs à la fois à la prémolaire et aux arrièremolaires inférieures. Les figures 155^u 156^u et 157^u nous paraissent pouvoir être rapportées à des molaires supérieures à deux et trois rangées de denticules.

Quant aux incisives, leur forme peut être étudiée pour l'incisive inférieure sur la figure 159^e, remarquable par sa bande d'émail antérieure. Cette incisive, représentée de grandeur naturelle sur la figure 151ⁿ, contraste par son volume relatif et sa forme aplatie avec l'incisive brisée représentée sur la figure 160. Aussi croyons-nous pouvoir considérer ces deux figures comme représentant des

espèces distinctes, *Neoplagiaulax Eocenus* (fig. 151), *Neoplagiaulax Copei* (fig. 160). Les figures 158^a, 158^b nous paraissent se rapporter à une incisive supérieure.

Une étude d'ensemble comme celle que nous venons de présenter relativement aux dents des mammifères de l'Eocène inférieur des environs de Reims ne peut aborder que les caractères essentiels et vraiment distinctifs des genres et des espèces.

Les détails descriptifs de moindre importance, les recherches comparatives se rapportant à d'autres faunes, doivent nécessairement être renvoyés à des monographies spéciales.

Notre but, dans le présent travail, a été de montrer l'abondance et la diversité des types mammifères existant, dès cette époque reculée qui paraissait jusqu'ici si pauvre à ce point de vue.



SUR LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DES PYRÉNÉES (1),

par M. STUART-MENTEATH.

Dans une note récente (2), M. Jacquot admet que sa « dalle Cambrienne » est identique aux roches que j'ai décrites comme dévoniennes en mars 1888, et dont j'ai figuré l'extension, au sud du Pas de Rolland, pour la carte géologique de MM. Carez et Vasseur. Cette bande dévonnaise est moins facile à étudier dans la vallée de Latxia, où M. Gindre a exploité une carrière, que dans la vallée adjacente de Buhumba, où j'ai indiqué ce même calcaire comme *certainement* dévonnaise en 1881. Dans cette dernière vallée, il présente toutes les particularités attribuées à « la dalle », et sa position stratigraphique, peu au-dessous du Trias, est bien mise en lumière. Les fossiles que j'ai trouvés au sud du Pas de Rolland, et les relations de ce même calcaire dans toute la région des Pyrénées Occidentales, où il est constamment accompagné de schistes carbonifères à plantes, ne laissent pas l'ombre d'un doute sur son âge dévonnaise. Des transformations fréquentes en quartzite, le caractère lenticulaire qu'il partage avec la plupart des calcaires des Pyrénées, et les accidents usuels de la géologie des montagnes, sont les seules difficultés de la question. Sur le versant espagnol des Pyrénées, ce calcaire est très nettement en discordance avec le Trias à Arive, où il contient des polypiers remplacés par le cinabre, à côté de lambeaux fossilifères du Carbonifère. J'ai mis à découvert ce calcaire par plus de 600 mètres de puits et galeries à Arive, et par des travaux semblables sur d'autres points. Il est constamment imprégné de cuivre ou de plomb, ce qui nécessite un soin particulier pour éviter des méprises coûteuses.

Aucune raison n'est donnée par M. Jacquot pour l'attribution de ce calcaire au Cambrien, si ce n'est une ressemblance physique avec sa « dalle », et le voisinage du granite. Le premier caractère n'a aucune valeur dans les Pyrénées. Le granite est séparé des terrains anciens par une faille, et entouré, depuis Espelette jusqu'à Bouloc, par une bordure de calcaires et marnes mésozoïques métamorphisés, qui ne touche qu'accidentellement, sur la moitié de ce parcours, aux terrains anciens dont le

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 2 février 1891.

(2) Note sur la Constitution géologique des Pyrénées, par M. E. Jacquot, *Bull. Soc. géol.*, t. XVIII, p. 640.

calcaire « cambrien » de M. Jacquot forme la partie supérieure recouverte par le Trias. Mais puisque M. Jacquot a pris comme « type de cette assise remarquable », les roches de la Peña Blanca de Venasque, sans même faire allusion aux fossiles carbonifères constatés par MM. Gourdon, Lartet, Zeiller et Caralp, à côté de ce même Peña Blanca, il me semble que toute citation de fait d'observation est inutile, et je me permettrai d'affirmer simplement que le calcaire de Latxia, « qui rappelle complètement la dalle » et est « bien à son niveau », est aussi certainement dévonien que la craie de Meudon est crétacée. Depuis l'Océan jusqu'à la Méditerranée, la nouvelle carte géologique de France représente du Cambrien là où j'ai trouvé des fossiles du Dévonien, du Silurien supérieur, du Carbonifère, ou du Crétacé.

Les détails fournis par M. Jacquot en Juin 1888 sur le Muschelkalk de Saint-Jean Pied de Port, prouvent qu'il a pris, pour l'étude de ce terrain, des points où la stratification est bouleversée et où les fossiles manquent, ne connaissant pas les points où les relations sont claires. Au sud de Saint-Jean, une bande de calcaires plissés, renversés, et brisés par des failles et des ophites, représente le Lias et le Crétacé; on y trouve facilement des calcaires apparemment interstratifiés dans les marnes irisées. A Iroulegui, et sur tout le versant nord, on peut constater qu'aucun calcaire massif ne se présente entre le Lias inférieur et le Grès bigarré. Entre Mendive et Hosta, sur le grand affleurement de Trias que j'ai constaté entre Lacarre, Hosta, et Ordiarp, on peut s'assurer de l'absence du Muschelkalk là où la série stratigraphique est complète et visible. La faille, à dénivellation claire et importante, qui met en contact, à Ibarre, entre Hosta et Saint-Just, cet affleurement de Trias normal et une épaisseur considérable de Carbonifère sous-jacent, avec le Crétacé supérieur fortement plissé contre la faille, est un argument raisonnable pour l'origine triasique des marnes bariolées de Gotein, mais non pas pour l'attribution du calcaire de Gotein au Muschelkalk. La question de l'âge triasique des gisements salifères et ophitiques a changé de face depuis que M. Jacquot a expliqué qu'il les regarde comme des remplissages de failles. C'est précisément l'opinion que j'ai soutenue en croyant combattre l'opinion de M. Jacquot. Dès qu'on admet que ces gisements sont éruptifs, et qu'ils ne peuvent pas servir de points de repère en stratigraphie, il devient inutile de discuter si leurs marnes bariolées sont produites par les procédés de Bunsen ou par extravasation d'un Trias souterrain. Seulement, il convient d'ajouter que leur origine, dès lors hypothétique, ne peut prêter aucun appui à

la classification des calcaires de leurs bords dans un Muschelkalk qui n'est pas encore constaté dans le Trias visible et à la portée de l'observation.

Le glissement insignifiant de Caseville, près Biarritz, présente sur sa bordure nord le flysch de Saint-Jean de Luz, dans lequel j'ai signalé, en 1887, des galets marneux pétris d'orbitolines, à Ciboure. Ce flysch repose sur le calcaire hydraulique rougeâtre à Ammonites voisines de *Am. Neubergicus* Hauer, depuis Caseville jusqu'au-delà de Saint-Sébastien, toujours sans faille appréciable. Le Cénomanién en Navarre est nettement séparé du flysch par une zone à *Inoceramus labiatus* Schl. et *Inoceramus Brongniarti* Sow., et en France par des conglomérats. En juin 1886, j'ai décrit les « masses isolées d'un calcaire coralligène du Cénomanién » et défini le « calcaire cénomanién, souvent corallien » qui m'avait fourni, avant 1881, des fossiles jurassiques avec *Cidaris Pyrenaica* et autres formes crétacées. Dès 1880, j'ai appelé l'attention des paléontologues sur l'abondance de la *Terebratella Delbosi*, en leur montrant les figures de Leymerie à l'appui de ma détermination. En citant, en 1881, les poudingues à galets d'ophite entre Ascain et Sare, j'ai cru devoir « suspendre toute conclusion » en vue des phénomènes du flysch. En juin 1886, j'ai classé tous les poudingues à galets d'ophite à la base du flysch et à la base du Cénomanién. Les massifs *coralliens* que j'ai décrits comme englobés dans « ces grès et poudingues souvent ressemblant au Trias », sont souvent clastiques comme les calcaires du flysch, et contiennent des galets roulés du Trias et des fossiles du Lias, du Néocomien, ou du Jurassique. En 1881, j'ai signalé la difficulté de distinguer le Cénomanién du Néocomien de M. Hébert, et, en Juin 1886, j'ai publié la conclusion que « le Cénomanién des Pyrénées doit être classé dans le Grès vert avec le Néocomien, » et que la grande discordance « n'est pas entre le Cénomanién et le Gault. » Cependant, mes déterminations d'espèces caractéristiques du Gault, trouvées à Laduche et Arrauntz, ont été obligeamment remplacées par des noms d'espèces de l'Urgonien par M. Barrois, auquel j'avais envoyé cette faune pour la comparer avec celle de Luanco, dont la ressemblance m'avait frappé. Une faune identique, que je complète depuis quelques années à Alsasua (Navarre), servira à relier définitivement celles de Luanco et d'Arrauntz. A Alsasua, cette faune se présente peu au-dessous du calcaire corallien à rhynchonelles, polypiers et cidaris, du Cénomanién, qui est immédiatement recouvert par les marnes à *Micraster* du Turonien et Sénonien.

Je crois que l'intérêt de la vérité m'autorise à dire que si l'on veut bien vérifier les citations qui ont servi de base à des attaques récentes contre mes travaux, on trouvera que l'exemple suivant est suffisant et typique. On a répété cinq fois, dans un ouvrage récent, que j'ai classé dans le Lias certaines couches entre Ascain et Sare. Si l'on regarde le texte cité, on verra que, loin de classer ces couches dans le Lias, j'ai dit que j'y avais reconnu des fossiles crétacés ; mais, par suite d'une suggestion parfaitement raisonnable de M. Munier-Chalmas, j'ajoutais « je crois devoir suspendre toute conclusion. »

NOTE SUR LES ORIFICES GÉNITAUX MULTIPLES, SUR
L'EXTENSION DES PORES MADRÉPORIQUES HORS DU
MADRÉPORITE ET SUR LA TERMINOLOGIE DE L'APPAREIL
APICAL CHEZ LES OURSINS,

Par MM. Charles JANET et L. CUÉNOT (1).

ORIFICES GÉNITAUX MULTIPLES

On sait que chez les Oursins les orifices génitaux, au nombre de cinq à deux, se trouvent le plus fréquemment sur les plaques interradiaires qui entourent le périprocte, que l'on nomme pour cette raison pièces génitales, mais que nous désignerons ici sous le nom de pièces *basales* suivant la terminologie d'H. Carpenter.

Actuellement l'opinion prépondérante considère les pores génitaux comme toujours simples et attribue les pores qui peuvent se présenter en plus sur les basales, soit à des accidents du test, soit à des perforations de spongiaires. Pourtant, bien que cela n'ait jusqu'ici que la signification de monstruosité, les pores génitaux

Fig. 1.

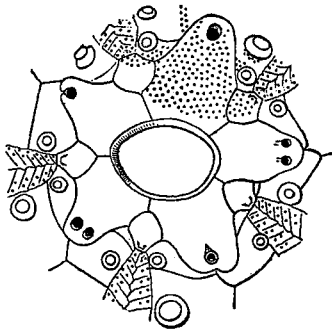


Fig. 1. — *Arbacia punctulata* Des Moulins. Exemple présentant deux basales avec pores génitaux doubles. Les pores madréporiques se trouvent non seulement sur le madréporite, mais encore sur les deux ocellaires voisines et sur 7 plaques de l'interradius correspondant. Appareil apical vu par la face externe.

peuvent réellement être doubles ou même triples sur la même plaque.

(1) Communication faite dans la séance du 2 février. Manuscrit remis le même jour.

L'un de nous a récemment signalé (1) deux cas bien démonstratifs; nous venons d'en retrouver encore quelques-uns qui montrent tous

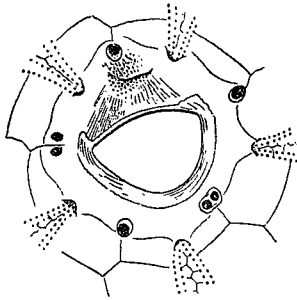


Fig. 2. — Mème individu. Appareil apical vu par la face interne.

les passages des pores simples aux pores doubles. Nous allons les examiner successivement.

L'anomalie des pores doubles paraît particulièrement fréquente chez les Cidarides :

A) Une basale de *Cidaris perornata* Forbes montre nettement du

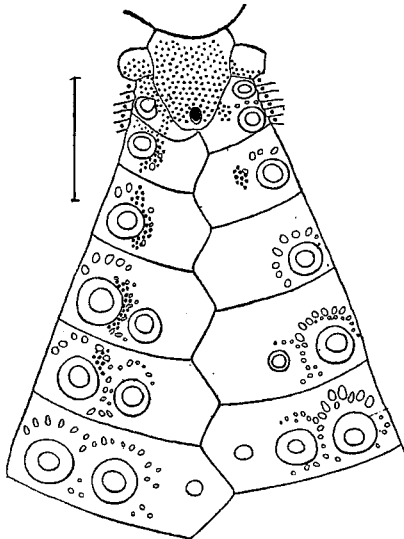


Fig. 3. — Mème individu. Madréporite et Interradius correspondant, montrant l'extension des pores madréporiques.

(1) Ch. Janet, Note sur un *Echinocorys carinatus* de la Craie à *Micraster coranquinum*, des envions de Dieppe, présentant neuf pores génitaux. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e série, T. XVIII, p. 158.

côté externe (Fig. 4) et du côté interne (Fig. 5), deux pores égaux disposés symétriquement par rapport au petit axe de la plaque.

B) Une basale de *Cidaris sceptrifera* Mantell montre deux pores disposés obliquement par rapport au petit axe de la plaque. Ils sont très nets du côté externe (Fig. 6), mais ils débouchent dans une fossette commune du côté interne (Fig. 7).

C) Enfin un stade moindre nous est fourni par une basale appartenant encore à un *Cidaris sceptrifera* : elle présente du côté interne (Fig. 9) une fossette plus grande que les fossettes génitales habituelles, qui débouche à l'extérieur par un pore unique, mais très nettement bilobé (Fig. 8).

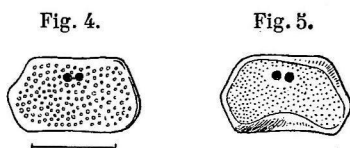


Fig. 4. — *Cidaris perornata* Forbes. Basale présentant deux pores génitaux, face externe.

Fig. 5. — Même pièce, face interne montrant que les orifices génitaux restent nettement séparés sur cette face.



Fig. 6. — *Cidaris sceptrifera* Mantell, Basale présentant deux pores génitaux disposés obliquement par rapport à l'axe de la pièce, face externe.

Fig. 7. — Même pièce, face interne montrant que les orifices génitaux se trouvent sur cette face au fond d'une fossette commune.

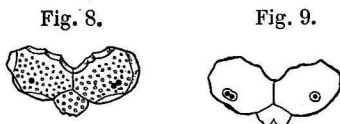


Fig. 8. — *Cidaris sceptrifera* Mantell. Basale présentant deux pores génitaux fusionnés en un nettement bilobé, la basale voisine présentant un pore unique normal, face externe.

Fig. 9. — Mêmes pièces. Face interne montrant le pore bilobé et le pore unique qui débouchent chacun dans une fossette unique.

Ces trois échantillons proviennent de la Craie à *Micraster coranquinum* des environs de Dieppe (1).

(1) Ils font partie de la Collection Charles Janet.

Chez les *Cidarides* actuels, les pores génitaux doubles se rencontrent assez fréquemment; nous avons déjà cité une figure donnée par Agassiz (1) d'un *Stephanocidaris bispinosa* dont deux basales présentent deux pores génitaux bien séparés.

Dans une des figures données par Agassiz du pôle apical de *Porocidaris elegans* A. Ag. (2), on voit que l'une des basales (la 4^e en prenant le madréporite pour première et comptant vers la droite) a deux pores. Agassiz n'en parle pas dans le texte, mais la figure est suffisamment nette pour ne laisser aucun doute.

Un *Arbacia punctulata* Des Moulins, de la Caroline du Sud, provenant de la collection de M. Cotteau, présente des pores doubles sur les deux basales inférieures de droite et de gauche (Fig. 1), tandis que les pores des trois autres basales sont simples; la disposition des pores est donc symétrique par rapport au plan bilatéral (plan de Lovén). Du côté externe les pores doubles sont nettement séparés et disposés symétriquement par rapport au plan médian de l'interradius; du côté interne (Fig. 2) les deux plaques ne sont pas semblables: sur la plaque gauche, les deux orifices débouchent dans une fossette commune, plus grande que les fossettes génitales ordinaires, tandis que sur la plaque droite ils restent nettement séparés. Nous retrouvons ainsi, réunis sur cet échantillon, deux stades différents semblables à ceux que nous avons vus plus haut chez les *Cidaris* de la Craie.

Howard Steward (3) a signalé chez un exemplaire, d'ailleurs monstrueux, d'*Echinus acutus* Lamarck, que la basale madréporique avait trois pores génitaux et les quatre autres basales cinq.

Ludwig (4) a signalé chez un exemplaire d'*Asthenosoma varium* Grube, deux pores génitaux sur la basale qui touche à droite le madréporite.

Un *Echinocorys carinatus* Desor de la Craie à *Micraster coranquimum* de Dieppe, dont l'appareil apical est dans un état de conservation tout à fait exceptionnel (5), présente des pores multiples sur ses quatre basales. Les plaques antérieures de droite et de gauche et la plaque postérieure de gauche présentent chacune deux pores parfaitement symétriques par rapport à l'axe de la plaque. La plaque inférieure de droite en présente trois disposés en arc de cercle.

(1) Alex. Agassiz, Revision of the Echini, pl. 1 F, fig. 1

(2) Report on the Echinoidea, Challenger, Pl. III, fig. 4.

(3) *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 3^e Sér., Vol. 5, 1860 p. 343.

(4) *Zeitschrift für Wiss. Zool.*, T. 34, 1880.

(5) *Bull. Soc. Géol. France*, T. XVIII, p. 459, Fig. 1.

M. Gauthier a signalé plusieurs individus d'*Hemiaster latigrunda* présentant des pores génitaux doubles (1).

Dans une note récemment parue, M. J. Lambert cite et figure comme exemples de pores génitaux multiples *Peltastes stellulatus* du Néocomien d'Auxerre (2), chez lequel le fait ne serait pas très rare, et *Hemicidaris Rathieri* Cotteau, du Kimméridien de Bar-sur-Aube (3) présentant comme le précédent des pores génitaux doubles sur toutes les basales, sauf la médréporique. Cette disposition du pore génital restant simple sur la madréporique, tandis qu'il est double sur toutes les autres basales, est à rapprocher du fait signalé par M. Munier-Chalmas (4), que lorsqu'un pore génital disparaît c'est celui du madréporite.

M. Lambert cite également *Salenia folium-querci* Desor, du Néocomien (5), chez lequel le cas des pores doubles serait peut-être normal.

Dans cette même note, Dom Aurélien Valette et M. Lambert décrivent un *Echinocorys vulgaris* Breyn var. *carinata*, chez lequel une des basales, la quatrième en comptant d'après le système de Lovén, est remplacée par deux pièces aussi grandes chacune que les basales normales et portant chacune deux pores génitaux. M. Lambert donne encore dans cette note, d'après M. Gauthier, la figure de l'appareil apical d'un *Guettaria Angladei*, qui se rapproche beaucoup de celui des *Echinocorys* par sa disposition générale et qui offre cette particularité remarquable que deux ocellaires (II et IV de Lovén), portent chacune deux pores génitaux séparés par le pore ocellaire normal. Il ne nous est guère possible de nous prononcer sur ces monstruosité sans avoir les échantillons entre les mains; en tous cas, elles ne rentrent pas dans la catégorie des pores génitaux dédoublés sur une même basale dont nous nous occupons ici.

Chez les Palechinides (Bothriocidarides et Perischoéchinides) on trouve sur les plaques basales de deux à cinq pores; mais il est certain que chez ces types, au lieu d'être un caractère fugitif, le fait était parfaitement constant pour tous les individus.

Il résulte de ce qui précède que les pores génitaux multiples se rencontrent bien réellement chez les Oursins actuels et fossiles. Pour nous, cette multiplicité n'a que la signification de mons-

(1) Type nouv. d'Echin. créét., p. 4, *Ass. franc. Congr. de Toulouse*, 1887.

(2) Lambert, J. Note sur un cas de monstruosité de l'apex chez l'*Echinocorys vulgaris*. *Bull. Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1890, 1^{er} sem., p. 35, fig. 3.

(3) Id., fig. 4.

(4) Munier-Chalmas, *C. R. Ac. d. Sc.*, Séance du 23 nov. 1885.

(5) *Pal. franc. Crét.* T. VIII, p. 133, pl. 1030, fig. 8 et 13.

truosités; nous pensons, malgré la ressemblance avec les Paléchinides, qu'il ne faut pas voir là un retour atavique à un stade ancestral, mais simplement une anomalie de développement. En effet, les plaques basales se développent d'abord sans aucun orifice, et ce n'est que tardivement qu'elles sont perforées par les canaux vecteurs des glandes génitales, la perforation se produisant de *dedans en dehors*. Il y a donc résorption de calcaire : on peut concevoir que cette résorption puisse se produire en deux ou trois points voisins au lieu de se produire en un seul.

Quel que soit le nombre des pores, il n'est pas douteux que la glande génitale reste parfaitement simple : les formes de passage que nous avons reconnues chez les *Cidaris perornata* et *sceptrifera* et chez l'*Arbacia punctulata* sont là pour le démontrer. D'ailleurs, ce n'est pas un fait isolé parmi les Echinodermes; chez les *Asterias rubens* et *glacialis*, espèces actuelles, chaque organe génital débouche normalement au dehors par un petit groupe de pores (qu'on appelle improprement plaque criblée); l'un de nous (1) a expliqué cette conformation par la disposition du squelette périsomatique, à l'endroit où se perforent les orifices génitaux. Théel a également signalé, à titre d'anomalie, chez diverses espèces d'Elasipodes (Holothuries des grands fonds), deux orifices pour le groupe unique des organes génitaux.

EXTENSION DES PORES MADRÉPORIQUES HORS DU MADRÉPORITE

Les pores madréporiques, réduits à un seul dans le cas unique de l'*Echinocyamus pusillus*, sont ordinairement très nombreux; ils restent généralement cantonnés dans la basale droite antérieure chez les Oursins réguliers. On sait qu'ils envahissent souvent les basales voisines (2), soit quelques-unes d'entre elles (*Micropedina Cotteaui* Coq., *Echinoconus subrotundus*, *conicus*, *Rothomagensis*), soit la totalité (*Discoidea infera* et *cylindrica*, *Holaster* sp.). Parfois même ils passent jusque sur les plaques ocellaires (les trois antérieures chez les *Hemipneustes radiatus*, *pyrenaicus* et *Leymeriei*) et arrivent à recouvrir tout le disque chez les Clypeastroïdes.

Lovén (3) a décrit quelques échantillons de *Spatangus purpureus*

(1) Cuénot, Contributions à l'étude anatomique des Astérides, *Arch. de zool. expériment.*, 2^{me} série, Vol. 5 bis supplémentaire, 1887.

(2) Munier-Chalmas, Note sur l'appareil apical de quelques Echinides crétacés et tertiaires. *Comptes-rendus, Acad. d. Sc.*, Séance du 23 nov. 1885, Tome 101, p. 1074.

(3) Lovén. On Pourtalesia, a genus of Echinoidea, *Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens, Handlingar*, vol. 19, n° 7, 1883.

Leske, *Brissus canariensis* Haeckel et *Brissopsis lyrifera* A. Agassiz, chez lesquels un petit nombre de pores madréporiques étaient sortis du calice pour s'établir dans les premières plaques de l'interradius médian du bivium.

Nous venons d'observer un cas dans lequel un grand nombre de pores sortent du calice pour descendre dans l'interambulacraire (2 de Lovén), jusque près du milieu de la hauteur totale du test : c'est l'échantillon d'*Arbacia punctulata* présentant l'anomalie des pores génitaux que nous avons décrite plus haut. Les pores, très abondants sur la basale madréporique (Fig. 3), se répandent à droite et à gauche sur les deux pièces ocellaires adjacentes, plus abondamment à droite qu'à gauche, et de là on les voit nettement passer sur les plaques interambulacraires voisines. D'un côté, on voit les deux premières plaques en présenter dans leur partie moyenne, de l'autre, ils se trouvent sur les cinq premières plaques, avoisinant spécialement les gros tubercules radiolaires et devenant de moins en moins nombreux à mesure que l'on s'éloigne de l'appareil apical.

Sur la face interne du test, on ne voit pas trace de ces pores, qui sont probablement reliés dans son épaisseur par de longs canaux, allant tous déboucher à l'origine du tube aquifère (canal du sable), comme c'est le cas chez les Oursins normaux. Ces pores se présentent seulement dans l'interradius madréporique, et il est impossible de les confondre avec des perforations accidentelles, dont d'ailleurs le test en parfait état de conservation ne présente aucune trace. C'est une anomalie très curieuse par sa rareté.

TERMINOLOGIE DE L'APPAREIL APICAL

Les deux rangées de plaques, les unes radiaires (T fig. 10), les

Fig. 10.

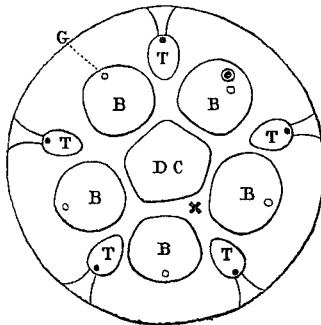


Fig. 10. — Schéma de l'appareil apical chez un jeune oursin.

autres interradiaires (B fig. 10) qui composent l'appareil apical des Oursins se retrouvent aussi dans les stades jeunes des Astéries et des Ophiures (T et B fig. 11). Les pièces interradiaires (génitales des auteurs, costales de Lovén, apicales de Munier-Chalmas, B. fig. 10),

Fig. 11.

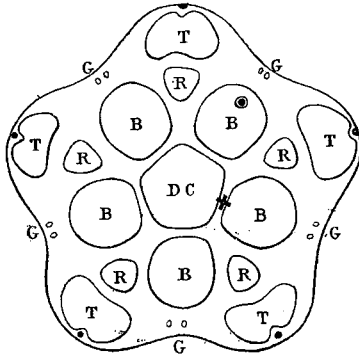


Fig. 11. — Schéma de l'appareil apical chez une jeune Astérie. Dans ces deux dernières figures : DC, dorso-centrale ; R, radiales ; B, basales (génitales des oursins) ; T, terminales (ocellaires des Oursins) ; +, place où se perforera plus tard l'anus. On a figuré en haut le pore madréporique, unique à ce stade ; les tentacules terminaux sont représentés schématiquement par de petits points noirs, en rapport avec les plaques terminales ; les orifices génitaux G, bien qu'ils n'existent pas aux stades représentés, ont été également mis à leur place pour faciliter les comparaisons.

sont parfaitement homologues aux *basales* des jeunes Astéries et Ophiures, pièces que l'on retrouve d'ailleurs facilement sur le disque aboral des individus adultes. Le nom de basale présente donc l'avantage d'avoir une signification générale pour les trois groupes : c'est pourquoi nous l'avons adopté, à l'exemple de Ludwig, H. Carpenter, P. Sladen, Bury, etc.

Quant aux pièces ocellaires (radiales de Lovén, ocellaires d'Agassiz, pseudo-oculaires de Perrier, intergénitales d'Hamann, parapicales de Munier-Chalmas, neurales de Seunes, T fig. 10) la question est plus complexe. Lorsqu'on croyait que les ocellaires des Oursins renfermaient un organe visuel, on les comparait aux *terminales* des Astéries (T fig. 11), pièces situées à l'extrémité des bras et abritant le tentacule terminal porteur des godets oculaires. Cette idée étant reconnue erronée, Ludwig, Herbert Carpenter, Percy Sladen, etc., ont adopté une deuxième manière de voir : ils homologuent les ocellaires, non plus aux terminales, mais aux *radiales* (R fig. 11) des Astéries et des Ophiures, pièces qui restent

sur le disque à l'origine des bras. Nous préférons cependant, malgré l'autorité des auteurs précédents, l'interprétation ancienne; en effet, l'un de nous a récemment constaté, en confirmant et précisant les idées d'A. Agassiz et d'Hamann, que le trou des plaques ocellaires est produit par un tentacule terminal, assez rudimentaire il est vrai, mais parfaitement homologue au tentacule terminal des Astéries et des Ophiures : il s'ensuit que dans ces trois groupes les plaques protectrices sont également homologues.

Les ocellaires des Oursins doivent donc être dénommées *terminales*. C'est également l'opinion préférée par Bury, bien qu'avec une certaine hésitation, dans ses belles études sur le développement du squelette apical des Oursins, des Astéries et des Ophiures (1).

Il est à remarquer que les *radiales* des Astéries (R. fig. 11) se développent bien après la dorso-centrale, les basales et les terminales, en sorte que les jeunes Astéries présentent à un certain stade un appareil apical, identique à celui des Oursins adultes (Fig. 10). Les recherches de Lovén, Ludwig, P. Sladen et Bury sont parfaitement d'accord sur ce point important, qui confirme les homologues que nous avons cherché à établir entre les diverses pièces apicales des Oursins et des Astéries.

Tandis que chez les Oursins cet ensemble de pièces basales et terminales est resté fortement uni à l'apex, chez les Astéries et les Ophiures, au contraire, les plaques ont été dissociées et très éloignées les unes des autres par le grand développement du squelette périsomatique : la face aborale des Astéries et des Ophiures tout entière est donc représentée chez les Oursins uniquement par l'appareil apical. Dans les trois groupes, la pièce terminale entoure plus ou moins complètement le tentacule terminal, terminaison du canal ambulacraire radial; il est à noter que chez beaucoup d'Oursins, le tentacule terminal n'est pas complètement enfermé dans la plaque; celle-ci est simplement échancrée pour le recevoir, comme chez les Astéries et Ophiures; le plus bel exemple à citer est certainement le *Micropedina Cotteaui* Coq. (Cénomancien). Dans le genre *Goniopygus*, chez *Leiosoma Meridanense* Cotteau (Turonien), *Acrosalenia patella* Desor, *Heterosalenia Martini* Cotteau, divers *Salenia*, *Peltastes*, *Acropeltis*, *Glypticus*, *Micropyga*, etc., le pore est, sinon en dehors de la plaque, au moins à la limite extrême de celle-ci et des pièces ambulacraires. D'après les cousins Sarasin, chez *Asthenosoma urens*, qui a gardé, en sa qualité d'Echinothuride,

(1) Bury, Studies on the embryology of Echinoderms, *Quat. Journ. of Mic. Sc.*, vol. 29, 1889, page 409.

tant de caractères ancestraux, les tentacules terminaux ne seraient pas toujours entourés complètement par les plaques terminales. Quant aux basales, elles n'ont aucune signification particulière chez les Astéries et les Ophiures, tandis que chez les Oursins elles sont généralement (mais pas toujours) en rapport avec les organes génitaux.

NOTE SUR LA FORMATION DE L'ARGILE A SILEX,

par M. A. de LAPPARENT (1).

Bien des hypothèses ont été proposées pour expliquer la formation de l'argile à silex; mais il n'en est aucune, jusqu'à présent, qui ait été jugée satisfaisante. A la vérité, tout le monde est d'accord pour reconnaître que les cavités où cette argile est logée résultent de la dissolution de la craie et que les silex en sont les irrécusables témoins. Mais quel est l'agent chimique qui a opéré cette dissolution? D'où provient la gangue argileuse des silex? Suffit-il, comme le pensent quelques géologues, de la lente circulation des eaux météoriques, ayant puisé, au contact de l'air, un certain excès d'acide carbonique qui activerait leur pouvoir dissolvant, et forcées de se répandre en profondeur dans la craie? A-t-on besoin de chercher la source de l'argile autre part que dans la craie elle-même, puisque des expériences de laboratoire établissent que le résidu final de l'attaque de cette espèce de roche par les acides est, de sa nature, argileux et ferrugineux?

Pour notre part, nous avouons qu'il nous a toujours été impossible d'accepter ces explications, qui n'ont d'autre mérite que celui de la simplicité, et qui prêtent à des actions naturelles, d'ordinaire très modestes, une puissance que nous les croyons incapables de déployer. On sait que, dans le Pays de Caux, l'argile à silex a souvent jusqu'à 35 mètres d'épaisseur. Il est, sur les limites de l'Eure et du Calvados, des régions où la craie ne se montre jamais à nu sur les flancs des vallées, tant est grande la puissance du dépôt qui la recouvre, et où d'énormes blocs à silex gisent dans une terre grasse et bariolée. Supposer que l'eau de pluie ait suffi pour accomplir un pareil travail de dissolution, c'est lui attribuer gratuitement un pouvoir dont elle n'a jamais fait preuve. Mais de plus, comment admettre qu'une craie si blanche, si généralement exempte d'impuretés, ait pu fournir une pareille masse d'argile ferrugineuse? C'est par plusieurs centaines de mètres, tout au moins, que devrait se compter la puissance des couches crayeuses qui auraient été détruites pour donner la matière d'amas d'argile aussi importants, et rien absolument n'autorise une semblable hypothèse.

Après avoir, durant de nombreuses courses, médité sur les parti-

(1) Communication faite dans la séance du 2 février. Manuscrit remis le 16 février.

cularités de l'argile à silex, aussi bien sur les plateaux de la Normandie et de la Picardie que dans le Gâtinais et le Pays d'Othe, il nous est venu à l'idée que la formation de cette argile pourrait être attribuée à une cause analogue à celle qui a produit, par dissolution des calcaires encaissants, les gîtes de minerais oxydés connus sous le nom de *gîtes calaminaires*. D'autre part, des considérations stratigraphiques, tirées de l'examen d'une carte récemment publiée par M. G. Dollfus, nous ont paru très propres à expliquer pourquoi le phénomène s'était localisé dans certaines régions déterminées, au lieu d'affecter indistinctement tout le substratum crayeux du bassin de Paris. Nous croyons donc devoir soumettre au jugement des géologues cette explication nouvelle, en faveur de laquelle tant de faits de pure observation nous paraissent militer.

Tout le monde sait que l'argile à silex occupe, dans la craie, des poches de forme très irrégulière; et quand on en peut observer un grand nombre côte à côte (comme c'est le cas, par exemple, sur les falaises de la Hève), il est aisé de voir que souvent deux poches consécutives ne sont séparées que par une paroi crayeuse d'épaisseur insignifiante, de telle sorte que l'idée d'une érosion et d'un ravinement mécanique ne saurait être soutenue un seul instant. C'est bien par une dissolution chimique que la cavité a été créée et il n'est pas rare de trouver de ces poches où les silex, à peine déplacés, dessinent encore, au milieu de l'argile, avec un simple tassement, la trace des lits horizontaux suivant lesquels ils étaient originairement disposés dans la craie.

Pour savoir à quelle époque remonte la formation des poches, il faut examiner leur contenu. Or, c'est un fait très fréquent, en Normandie, que la rencontre, au milieu de l'argile à silex, d'amas de sables, de grès et d'argiles bariolées, qui, parfois, offrent une stratification visible, mais où les grès sont disloqués et les couches de sable ployées, comme si le tout s'était effondré dans les poches.

Dans ces sables et ces argiles, il n'est pas difficile de reconnaître les dépôts du facies continental de l'argile plastique suessonienne. D'ailleurs, en quelques points de la Normandie, ces dépôts se retrouvent encore en place. C'est ainsi qu'à Mélamare, près de Bolbec, une masse importante d'argile rutilante et bariolée est, de temps immémorial, exploitée pour poteries; c'est ainsi encore que, dans l'Eure, on observe en plus d'un point des sables stratifiés, avec grès plus ou moins ferrugineux qui, dans la vallée de l'Avre, ont été longtemps utilisés comme minerais de fer.

Il est donc évident que des dépôts de ce genre recouvraient autrefois tout le terrain où se trouve aujourd'hui l'argile à silex.

L'érosion, consécutive de l'émersion des plateaux crayeux, les eût certainement tous fait disparaître, si beaucoup d'entre eux n'étaient peu à peu tombés dans les poches de la craie, au fur et à mesure de leur creusement. C'est de cette manière qu'un si grand nombre de gisements de grès à pavés ont pu subsister en Normandie. Tels sont, par exemple, les grès de Rocquemont et ceux de Bolbec. Plus on avance vers le bassin de la Somme, et plus ces gisements se raréfient. Néanmoins, il en existe partout des traces, sous forme de blocs épars à la base du limon. De tout temps ces blocs ont été recherchés et utilisés comme bornes, seuils de portes ou pierres d'angles des églises et clochers. Quand on se rapproche du bassin de l'Eure, les poches éocènes augmentent en nombre, en importance et en netteté. On en peut voir de très beaux exemples dans les tranchées de la ligne de Paris à Granville. Les sables sont blancs ou jaunâtres, avec veines d'un rouge parfois très vif et associés à des argiles, tantôt rutilantes, tantôt grises ou blanches et ayant, dans certains cas, la composition de l'halloysite. Près de Verneuil, la partie supérieure des sables est formée par les grès ferrugineux en plaquettes.

Cette abondance des sables éocènes et, en même temps, leur changement marqué de facies vers le nord, semblent s'expliquer assez bien si l'on réfléchit à la provenance probable des dépôts. Le massif des collines de Normandie, actuellement réduit aux protubérances des Ecouves et des Avaloirs, formait, à l'époque éocène, un territoire plus vaste et encore mieux détaché qu'aujourd'hui du reste de la contrée. Les roches de ce massif, grès armoricain, schistes siluriens et cambriens, fournissent encore tous les jours, par leur décomposition à l'air, des sables blancs et des argiles bariolées. Ce sont des produits semblables, sans doute, qui ont été entraînés dans les lacs et lagunes qui, lors du Suessonien, occupaient la ligne des plateaux normands. Plus on s'éloigne du massif d'origine, plus il est naturel de voir s'effacer les caractères extérieurs qui relient les dépôts aux roches d'où ils sont issus.

Quoi qu'il en soit, c'est sous une couverture continue de dépôts éocènes, argileux et sableux, que s'est accompli le phénomène du creusement des poches. Avec le progrès de ce creusement, les argiles et les sables sont descendus dans les cavités, où ils se sont mélangés avec les silex, résidu de la dissolution de la craie. Il est naturel qu'ils aient subi, de la part de l'agent de dissolution, une transformation plus ou moins profonde, qui a fait cette terre grasse, bariolée en Normandie, simplement [redacted] dans le *bief à silex*

de Picardie, et le caractère primitif des dépôts n'a été respecté que dans la partie centrale des poches les plus importantes.

Du moment que la dissolution de la craie s'est faite au contact d'une nappe d'argile qui servait de couverture à la roche attaquée, on est tout naturellement conduit à penser que cette nappe a dû remplir un rôle capital dans la localisation du phénomène chimique. Et c'est ainsi que l'idée de l'analogie avec les gîtes calaminaires se présente d'elle-même à l'esprit. On sait, en effet, quelle est la genèse de ces gîtes. Un filon ordinaire traverse un calcaire, que surmonte un schiste argileux. Les eaux thermales minéralisées, qui circulent dans la fente, sont gênées par l'imperméabilité du schiste. Elles se répandent alors, au contact des deux roches, dans le calcaire, qu'elles corrodent de proche en proche, et où les minerais, au lieu de demeurer à l'état de sulfures, comme ils font dans le schiste, prennent la forme d'oxydes ou de sels oxydés, remplissant les poches que la dissolution du calcaire a fait naître à droite et à gauche de la fente primitive du filon.

De la même façon, supposons qu'à une époque postérieure au dépôt des sables suessonien, des émanations carboniques aient cherché à se faire jour à travers la craie. Les eaux, chargées d'acide carbonique, soit directement, soit par l'oxydation du carbonate de fer qu'elles pouvaient contenir, auront été arrêtées dans leur expansion par la couverture argileuse. Alors, suivant la surface de contact, elles auront corrodé et dissous la craie, ne respectant que le silex. Cette action aura créé des poches, où les dépôts éocènes de la surface se seront enfoncés peu à peu, fournissant la plus grande partie, sinon la totalité, de la gangue argileuse des silex. D'ailleurs, comme pour les gîtes calaminaires, en raison de la perméabilité des calcaires, les substances se seront trouvées portées au maximum d'oxydation, ce dont témoigne suffisamment la teinte habituelle des argiles à silex.

L'ascension des eaux et le creusement des poches se seront produits, de préférence, suivant les principales fissures de la craie. Les poches devront donc être inégalement distribuées. Les plus importantes et les plus profondes marqueront les lignes de moindre résistance du terrain de craie. Plus tard, quand un mouvement du sol aura fixé le régime des eaux courantes, l'œuvre de l'érosion tendra à s'accomplir, de préférence, suivant ces lignes, jalonnées par les principales poches. Ainsi s'expliquerait aisément le fait, assez souvent signalé, que, sur les flancs des vallées, les poches descendent, en général, plus bas qu'elles ne font au-dessous des plateaux. Cela ne voudrait nullement dire que leur creusement

fût postérieur à celui des vallées, mais bien que ces dernières auraient emprunté le parcours des poches les plus profondes.

Si cette explication est admise dans son principe, il reste à savoir pourquoi le phénomène de l'argile à silex, au lieu de se produire partout où la craie était surmontée par les dépôts de l'argile plastique, s'est cantonné sur les plateaux normands et sur quelques régions du pourtour du bassin parisien, sans se manifester jamais au-dessous de la partie centrale de ce bassin. En effet, le géologue qui, après avoir constaté, aux environs d'Evreux, le grand développement des argiles à silex, aborde l'Île-de-France sur la rive droite de la vallée de l'Eure, près de Bueil, par exemple, ne peut manquer d'être frappé, d'abord de la diminution progressive des dépôts superficiels de la craie, ensuite de leur absence totale au contact de cette dernière avec les sédiments réguliers du grand bassin tertiaire. Pas plus en ce point qu'à Mantes ou à Meudon, même quand le calcaire pisolithique fait défaut, on n'observe de poches à silex. L'argile plastique, grise ou panachée, recouvre la craie, sans aucun intermédiaire, par une surface plane, et il ne s'est évidemment produit aucun phénomène de dissolution.

Pendant longtemps cette différence, dont nous ne découvrons pas la raison, nous a empêché de produire, devant la Société géologique, une hypothèse qui déjà nous apparaissait comme l'expression de la réalité, mais que nous ne pouvions pas présenter sans être prêt à résoudre une aussi grosse objection. La solution nous est apparue le jour où nous avons eu connaissance de l'intéressante carte hypsométrique de la craie, publiée par M. Gustave Dollfus dans un des derniers Bulletins du service de la Carte géologique de France (1). Si, dans cette carte, on est surtout frappé par l'incessante succession de plis synclinaux et anticlinaux, alignés du nord-ouest au sud-est, qui font du bassin de Paris une région plissée, aux proportions près, comme les Alpes et le Jura, il est un autre trait qu'elle met en évidence, et qui, certes, n'est pas moins digne d'attention. Nous voulons parler de cette fosse rectiligne, courant du sud-sud-ouest au nord-nord-est, et qui, depuis la Beauce jusqu'au bord de l'Ardenne, marque un sillon par lequel la mer tertiaire, venant du nord, pénétrait au cœur du bassin de Paris.

Cette fosse, exactement parallèle au bord oriental du massif primaire armoricain, parallèle aussi, d'ailleurs, à la direction générale des Vosges, indique évidemment quelque accident d'ancienne date, qui a joué de nouveau à l'époque tertiaire, en faisant naître

(1) Bulletin n° 14, juillet 1890.

la dépression que la mer devait envahir, et où se sont exclusivement localisés les dépôts postérieurs au Suessonien. Il est donc naturel d'en reporter la formation au début du Calcaire Grossier.

D'autre part, sur le rivage de la Manche, aux environs de Dieppe d'abord, à l'extrémité du Ponthieu ensuite, la carte de M. Dollfus indique clairement les amorces d'une autre dépression, sans doute à peu près parallèle à la première, et dont la plus grande partie doit être aujourd'hui cachée par les eaux de la Manche. Tout le monde sait que, sur ces deux points, il existe, en effet, des dépôts tertiaires marins, et M. Dollfus a fait la remarque que, par leur caractère, ces dépôts se rapprochent de ceux du bassin anglais du Hampshire, et ne se relie pas directement à notre bassin de Paris.

En même temps donc que cette observation confirme (ce que nous avons toujours cru) que le bassin tertiaire parisien s'ouvrait au nord-est, par le détroit de Saint-Quentin, elle met en évidence ce fait important que, depuis les plateaux de l'Eure jusqu'aux collines de l'Artois, il existe un grand *bombement anticlinal*, séparant deux dépressions tertiaires. Pendant l'époque suessonienne, ce bombement devait être à peine esquissé. Pourtant, les sédiments de lagunes ou de lacs y dominaient, surtout après le dépôt de la glauconie inférieure, qui paraît avoir été beaucoup plus général que celui des sédiments marins postérieurs. Le soulèvement a dû se prononcer lors de l'invasion de la mer des sables nummulitiques, qui n'a pas recouvert la région, et le caractère de graviers littoraux, qu'affecte si volontiers la base du Calcaire Grossier dans le Vexin, dit assez qu'à ce moment l'émersion de la zone bombée devait être complète.

Or, le bombement en question, qui passe par le point le plus élevé du pays de Bray, comprend justement toutes les régions de la Normandie et de la Picardie, où le phénomène des argiles à silex se présente avec son maximum d'intensité. Alors cette localisation se comprend sans peine; car c'est seulement sur un territoire en voie de soulèvement que des fentes pouvaient s'ouvrir et livrer passage à des mofettes. Au contraire, sous un synclinal en train de s'affaisser, la pression eût plutôt bouché les fentes existantes et empêché la sortie des émanations. Voilà pourquoi on ne trouve d'argile à silex, ni sous les terrains tertiaires des environs de Paris, ni sous les prolongements de l'Île-de-France qui forment, au-dessus de la Craie une série d'îlots caractéristiques de la Picardie orientale. Pour rencontrer le *bief à silex*, il faut s'écarter vers l'ouest, c'est-

à dire quitter l'ancien sillon marin, pour rentrer dans la région soulevée du Ponthieu.

En dehors de cet anticlinal, l'argile à silex n'a pris naissance que sur les bords relevés du bassin parisien, et encore à condition d'y trouver les argiles éocènes suffisamment développées. Tel était le cas, justement, dans le Gâtinais et le pays d'Othe. Mais, en Champagne, où la craie, d'ailleurs, est très pauvre en silex, et où les argiles suessoniennes n'ont pas sensiblement débordé vers l'est (car ce sont plutôt des sables, sables de Châlons-sur-Vesle et de Rilly, qui couronnent la formation crayeuse), on ne trouve pas de traces d'argile à silex. Du reste, ce pays était encore trop voisin du synclinal tertiaire et il aurait fallu, sans doute, se rapprocher notablement des Vosges pour rencontrer des conditions favorables à la sortie des émanations carboniques.

Dira-t-on maintenant que cette hypothèse d'émissions thermales est une supposition gratuite, inventée pour les besoins de la cause? Nous répondrions en rappelant que, précisément à cette époque, qui a commencé avec l'Éocène supérieur, toute la France continentale a été le théâtre d'une activité interne manifeste, se traduisant par la formation des dépôts dits *sidérolithiques*. C'eût été vraiment étrange si les bords du bassin de Paris, et en particulier la région soulevée des plateaux normands, avaient échappé à ce genre de manifestations, auquel la craie était au moins aussi prédestinée que n'importe quelle autre formation calcaire. C'est donc faire disparaître une anomalie que d'admettre ce rapprochement, en vertu duquel l'argile à silex devient simplement *une des formes du phénomène sidérolithique*.

En terminant, nous tenons à dire que, si nous avons cherché à établir que l'argile à silex s'est formée, sous une couverture de sédiments suessoniens, à une époque très postérieure au dépôt de ces derniers, nous n'entendons aucunement, pour cela, nier l'existence de conglomérats à silex de date éocène. Au contraire, nous en connaissons de parfaitement authentiques, tels que le cordon de silex verdis qui, en Picardie, forme la base de la glauconie inférieure, et nous n'avons aucune difficulté à admettre qu'il y ait eu des conglomérats de même date dans le Thymerais, le Perche, la Sologne, le Sancerrois, etc. Peut-être même en a-t-il existé de semblables en Normandie.

Tout ce que nous prétendons, c'est que, là où le phénomène des poches à silex s'est produit avec quelque intensité, les conglomérats de l'Éocène inférieur ne nous sont pas parvenus sous leur forme originelle, ayant été plus ou moins profondément modifiés par les

agents dissolvants et par leur chute dans les poches. Ainsi, le cordon de silex verdis qui, lorsqu'on l'observe en place, non remanié, comme aux environs de Compiègne, offre toujours une gangue uniquement sableuse, devient, sur les bombements crayeux, une argile verte et grasse avec silex. D'autres fois, comme dans le Ponthieu, on retrouvera, dans les poches d'argile à silex, un assez grand nombre de rognons verdis, restes épars d'un ancien cordon qui a été presque entièrement détruit.

Seulement, ces restes n'autorisent nullement à colorier comme suessoniens, sur les cartes géologiques, les dépôts où on les rencontre. La notation des argiles à silex peut être fort difficile à établir. Mais ce qui leur a imprimé leur caractère dominant, c'est un phénomène de l'ordre chimique, même à nos yeux, de l'ordre thermal, et c'est ce phénomène que la cartographie doit surtout chercher à mettre en évidence.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LE RÔLE POSSIBLE
DES GAZ À HAUTES TEMPÉRATURES, DOUÉS DE TRÈS
FORTES PRESSIONS ET ANIMÉS D'UN MOUVEMENT FORT
RAPIDE, DANS DIVERS PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES (1),

par M. DAUBRÉE.

INTRODUCTION

La puissance mécanique qui est en jeu dans les régions souterraines, pour déterminer les phénomènes externes des volcans, n'a pas encore été soumise à des études directes et, à première vue, elle ne paraît pas de nature à être abordée expérimentalement. Il n'est cependant pas impossible de réaliser des conditions qui, à l'échelle près, reproduisent quelques-unes de celles de ces laboratoires naturels, et il m'a paru qu'on pourrait avoir recours, dans ce but, à l'énergique production de force que développent les explosifs.

Procédé d'expérimentation.

Si je suis parvenu à réaliser le programme que j'avais en vue, c'est grâce à l'inépuisable obligeance de mon éminent confrère à l'Académie des Sciences, M. Sarrau, et à celle, non moins grande, de M. Vieille, dont les importants travaux ont été hautement appréciés. Avec ce précieux concours, j'ai pu trouver au Laboratoire central des Poudres et Salpêtres des appareils et un personnel qu'il m'eût été impossible de rencontrer ailleurs (2).

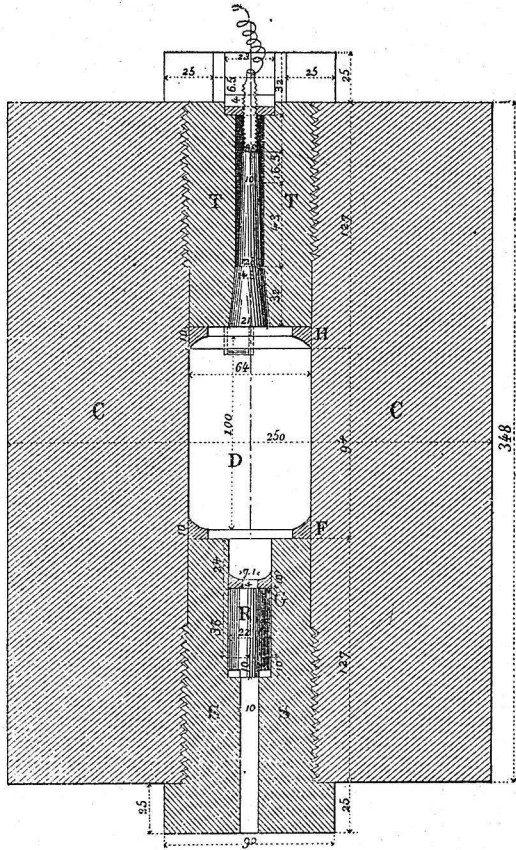
Nous avons eu recours à l'éprouvette manométrique, ordinairement employée pour les études relatives aux explosifs, mais spécialement modifiée par M. Vieille pour la circonstance. Le cylindre d'acier CC, (fig. 1) à parois très épaisses, dans lequel se produit l'explosion, est fermé à ses deux extrémités par deux tampons filetés, SS et TT également en acier. L'un de ces tampons TT est muni d'un dispositif de mise à feu, c'est-à-dire d'un fil de platine que l'on fait rougir pour enflammer la charge. L'autre tampon SS, qui est ordinairement destiné à recevoir le manomètre à écrasement dans un logement cylindrique, a été transformé pour

(1) Mémoire présenté dans la séance du 16 février 1891.

(2) Je me fais aussi un devoir de témoigner du concours dévoué et utile de M. Caboret.

permettre de remplacer le manomètre par la roche R en expérience. De plus, un orifice circulaire, de 10^{mm} de diamètre, a été pratiqué au fond de ce logement, afin que les gaz intérieurs, au lieu de rester emprisonnés, comme d'ordinaire, pussent s'échapper; mais seulement après avoir traversé la roche qui leur barrait le

Fig. 1.



Eprouvette employée pour étudier les actions exercées sur les roches par des gaz explosifs. Les gaz s'échappent par le canal placé au bas de la figure.— Échelle de $\frac{1}{4}$.

passage. Cette roche, taillée sous forme de cylindre, s'appuie donc, par une de ses bases, contre un tampon fixe et, par l'autre, contre la tête d'un piston qui subit l'effet de la pression.

Deux obturateurs en cuivre, F et G, sont adaptés, l'un au bouchon, l'autre sur la roche.

L'éprouvette a 64^{mm} de diamètre intérieur sur 100^{mm} de hauteur, et, par conséquent, une capacité de 304^{cmc}.

Comme matière explosive, on a employé, tantôt du coton-poudre, tantôt de la dynamite-gomme. Elle occupait ordinairement le dixième de la chambre; en d'autres termes, le chargement était à la densité de 0,1; la pression développée était alors de 1100 à 1700 atmosphères, selon l'explosif employé. La température est évaluée à 2500° pour le coton-poudre et à 3200° pour la dynamite-gomme. Quant à la durée de l'explosion, elle est toujours très courte, de $\frac{2}{1000000}$ à $\frac{3}{1000000}$ de seconde pour le coton-poudre et de $\frac{3}{10000}$ de seconde pour la dynamite-gomme, que l'on qualifie comparativement, en langage technique, d'*explosif lent*.

Une petite casemate bien solidement établie et munie d'une cheminée, dans laquelle on produisait les explosions, préservait les opérateurs contre tout accident.

Dans une première série d'expériences, pour donner issue à travers la roche aux gaz intérieurs, une fissure très fine avait été pratiquée suivant un plan diamétral du cylindre.

Une seconde série d'expériences a concerné des cylindres portant, suivant leur axe, une très fine perforation, afin de concentrer plus sûrement l'action des gaz, dont un obturateur spécial empêchait la fuite dans des directions diverses.

Enfin d'autres expériences ont été faites sur des cylindres de roches diverses qui étaient tout à fait pleins ou continus.

Les substances sur lesquelles j'ai expérimenté sont le calcaire grossier de Marly-la-Ville, près Paris; le calcaire siliceux très dur, faisant feu au briquet, de Château-Landon (Seine-et-Marne); la marne de Pantin; le gypse saccharoïde d'Argenteuil; l'ardoise d'Angers; le granite de Vire, employé à la construction des trottoirs de Paris; le cristal de roche de Madagascar; l'opale (ménilite) d'Argenteuil; le lignite; la limonite oolithique; le basalte d'Auvergne; des laves de l'Etna, du Vésuve et de Volvic; le trachyte du Puy-de-Dôme; une météorite du type le plus commun (Pultusk); puis, comme termes de comparaison, la pâte de creusets réfractaires, la porcelaine, le verre, le cristal, l'acier et la fonte (1).

Programme d'expérimentation.

Les différentes questions que j'ai abordées par le procédé qui vient d'être décrit concernent :

1° L'ouverture des cheminées verticales et cylindroïdes, dont est

(1) Je dois les cylindres de verre et de cristal à M. Léon Appert, ceux d'acier et de fonte à M. Liébaud; ceux de terre cuite et de porcelaine à M. Verneuil; j'adresse à tous ces Messieurs l'expression de ma gratitude.

perforée l'écorce terrestre en différentes régions, et spécialement, dans le pays diamantifère de l'Afrique Australe, en la plupart des districts volcaniques et ailleurs encore.

2° Le concassement des roches et particulièrement la production des poussières, dont le rôle géologique est chaque jour reconnu plus étendu.

3° L'apparente plasticité des roches, sous l'influence d'efforts mécaniques, analogues à ceux dont nous avons d'innombrables exemples dans les masses constitutives des régions disloquées.

4° La sortie de masses rocheuses à travers les perforations verticales de l'écorce terrestre.

PREMIÈRE PARTIE

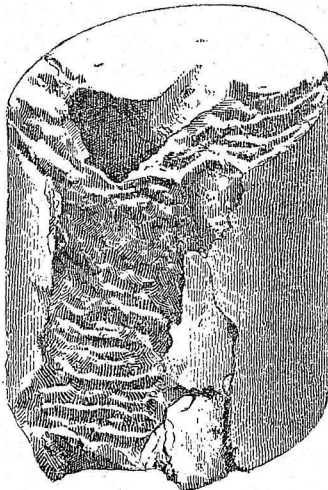
LUMIÈRE FOURNIE PAR L'EXPÉRIENCE A L'HISTOIRE DES CHEMINÉES VERTICALES SOUTERRAINES

Les résultats qui vont être résumés concernent successivement : l'ouverture des cheminées diamantifères de l'Afrique du Sud ; celle des canaux volcaniques ; celle enfin de percées qui ont fourni une issue à la sortie de beaucoup de roches éruptives.

Production expérimentale d'érosions et de perforations.

Toutes les roches, même les plus tenaces, éprouvent des érosions,

Fig. 2.



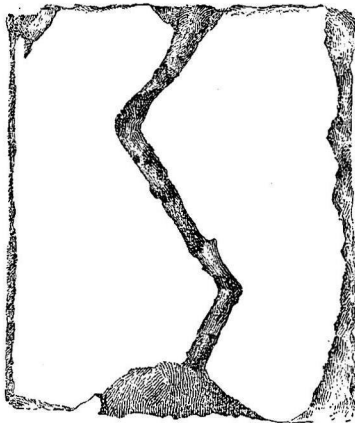
Perforation produite dans un cylindre de calcaire de Marly-la-ville, par le choc des gaz ; il a acquis dans une de ses moitiés la structure schisteuse. — Grandeur naturelle.

plus ou moins profondes, et même de véritables perforations, de la part des explosions gazeuses, en présence desquelles elles se trouvent, dans les conditions qui viennent d'être décrites. Dans toutes les parties, en effet, où les gaz exercent directement leur choc et leur frottement, ils brisent, désagrègent ou pulvérisent, puis arrachent diverses parties de la roche.

Ainsi, dans le calcaire grossier, il s'est produit, à plusieurs reprises, selon une cassure diamétrale très fine qui traversait les cylindres dans toute leur longueur, une perforation à peu près rectiligne et assez large pour qu'on puisse parfaitement voir le jour au travers. Dans l'un des cas (fig. 2), sa section, du côté de la sortie, avait pour contour une courbe très allongée, ayant 13^{mm} de longueur sur 6^{mm} de largeur. Une autre fois, l'orifice de sortie était circulaire et de 6^{mm} de diamètre. Les gaz s'étaient donc instantanément frayé une voie à travers le cylindre, ce qui, d'ailleurs, ne les avait pas empêchés de s'échapper, en partie, sur sa périphérie qu'ils avaient fortement érodée.

Malgré son excessive ténacité, le granite lui-même n'échappe aucunement à la puissance perforatrice des gaz. C'est ce que montre l'expérience suivante : Une rigole en zig-zag, de $\frac{1}{10}$ de millimètre environ de largeur et d'autant de profondeur, avait été creusée sur la section plane d'une des moitiés du cylindre (Fig. 3); celle-ci

Fig. 3.

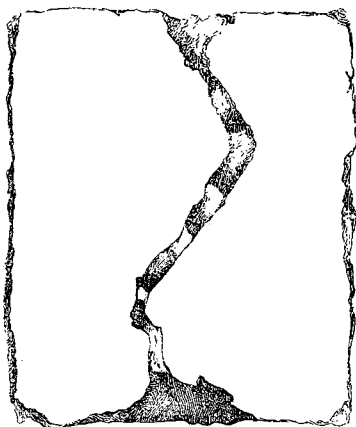


Cylindre de granite : érosion énergique produite par les gaz, suivant une fine rigole pratiquée dans un plan diamétral. — Grandeur naturelle.

avait été appliquée contre la seconde moitié de ce cylindre, avec laquelle elle avait un contact à peu près parfait, les deux faces ayant

été planées et polies avec soin. Or après l'explosion, non seulement le canal primitif s'est très notablement élargi, mais encore un second canal (Fig. 4), juxtaposé au premier, a été ouvert instanta-

Fig. 4.



Érosion *entièrement creusée* par les gaz sur l'autre moitié du même cylindre d granite. Contre-partie absolument symétrique de la rigole de la figure 3.— Grandeur naturelle.

nément par les gaz, qui, paraît-il, ne trouvaient pas une issue suffisante : ils y ont creusé une contre-partie symétrique. En outre, près de l'orifice de sortie, les gaz ont produit, comme on le voit aussi sur la figure, un arrachement sous forme de calotte hémisphérique, qu'ils ont broyée et projetée au dehors de l'appareil.

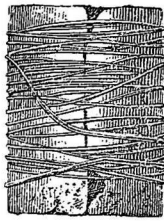
En vue de la difficulté à vaincre, dans cette dernière expérience, on avait cru devoir doubler la densité de chargement du coton-poudre et la porter à 0,2, ce qui correspond à une pression de 2,300 atmosphères et à une température de 2,600 degrés.

Mais les résultats qui suivent font reconnaître que des pressions aussi élevées sont loin d'être nécessaires pour perforer le granite.

Une trouée également très caractéristique a, en effet, été obtenue avec un chargement de coton-poudre, dans les conditions de la plupart de nos expériences, c'est-à-dire à la densité de 0,1, et une pression d'environ 1100^{atm}. Un cylindre de granite, coupé par un plan diamétral en deux parties, qui avaient été serrées l'une contre l'autre au moyen d'une ligature en cuivre, portait une petite rigole (Fig. 5). Ce cylindre a été profondément excavé sur toute sa longueur, par un canal irrégulier, s'épanouissant dans le

plan de séparation et qui, dans ce sens, a pénétré par deux ramifications (Fig. 6), jusqu'à la surface. L'entrée (Fig. 7), s'étend à peu

Fig. 5.



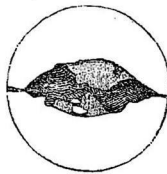
Cylindre de granite, coupé en deux moitiés réunies par un fil de cuivre, pour être ainsi soumis à l'action des gaz. — Grandeur naturelle.

Fig. 6.



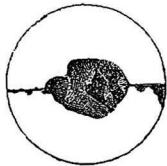
Perforation produite dans le cylindre de granite de la figure 5; vue suivant le plan diamétral. — Grandeur naturelle.

Fig. 7.



Même perforation, dans le granite; vue sur la face d'entrée. — Grandeur naturelle.

Fig. 8.



Même perforation dans le granite: vue sur la face de sortie. — Grandeur naturelle.

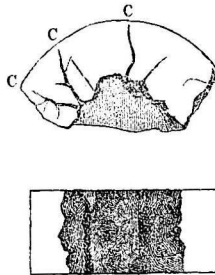
près sur tout le diamètre du cylindre et la sortie (Fig. 8) se retrécit en se partageant en trois ramifications distinctes, séparées par

deux espèces de *ponts*. Le cylindre, qui pesait 27^{gr}, 35, a perdu 6^{gr}, 10. Un autre cylindre s'est réduit de 17^{gr}, 2 à 11,5.

Il peut être intéressant d'ajouter qu'un troisième cylindre de granite, soumis à la même épreuve, a donné des résultats tout à fait semblables à ceux qui viennent d'être décrits.

En substituant aux cylindres précédents, dont la hauteur excédait notablement le diamètre, une rondelle ou cylindre de granite déprimé suivant son axe, on voit la forme de la perforation se modifier (Fig. 9).

Fig. 9.



Perforation produite dans une rondelle de granite. Vue transversale et vue longitudinale. — Grandeur naturelle.

Il en est de même pour une rondelle taillée dans une météorite de la chute de Pultusk.

Les gaz ont mordu non moins énergiquement sur un cylindre, également déprimé, de cristal de roche et pourvu, suivant son axe, d'une très fine perforation (1); ils ont creusé à leur sortie un

Fig. 10.



Cylindre de cristal de roche perforé par les gaz. — Grandeur naturelle.

cône régulier d'arrachement (Fig. 10) ayant à sa base un diamètre de 12^{mm} et un angle au sommet d'environ 65°.

Lors même qu'une voie étroite, comme une fissure, n'a pas été préparée pour diriger et localiser leur action, les gaz eux-mêmes

(1) On a eu soin de faire coïncider l'axe optique avec l'axe du cylindre.

peuvent s'ouvrir un canal de fuite, à travers la roche, dont la tenacité paraissait devoir leur barrer le passage.

C'est ce qui a été constaté sur des roches diverses, gypse, calcaire, granite, laves de l'Etna et du Vésuve, météorite, qu'on avait taillées sous forme de cylindre, moins épais que dans le premier cas. Les gaz, par leur choc, ont brisé ces cylindres et se sont élancés, en arrachant les débris, perçant ainsi, comme à l'emporte-pièce, des canaux qui débordent même parfois sur l'ouverture de l'obturateur, appui de la roche.

Dans quelques cas, la roche a été assez tenace pour ne pas être entièrement perforée dans les conditions où on l'avait soumise. Tel a été le cas pour un leucitophyre de la Somma, dans lequel l'excavation s'est étendue en largeur sans traverser entièrement le cylindre. Le basalte s'est montré plus résistant encore.

Quant au granite, la facilité avec laquelle il est perforé paraît se rattacher à sa texture granulaire.

Pour les cylindres d'acier et de fonte, et contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les érosions n'ont pas été aussi fortes que pour le granite et les autres roches pierreuses. Ce fait est peut-être en relation avec les grandes conductibilités de ces métaux, qui soutirent la chaleur beaucoup plus rapidement que les substances lithoïdes.

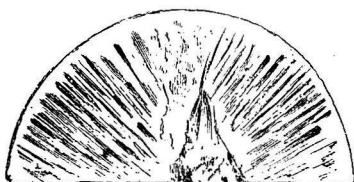
Une fissure n'est donc pas nécessaire pour localiser l'action mécanique des gaz explosifs. Lorsque la roche est pleine, les moindres différences d'épaisseur ou de résistance suffisent pour déterminer instantanément les points d'attaque. C'est, par exemple, ce que montre une lave de l'Etna, taillée sous la forme d'une rondelle cylindrique de 10 millimètres d'épaisseur. Sur la base qui devait recevoir le choc des gaz, on avait tracé deux lignes, dirigées suivant deux diamètres rectangulaires entre eux et ayant à peine 0,^{mm}3 de profondeur. L'une de ces deux lignes a provoqué une sélection, et la perforation d'une crevasse très allongée suivant l'un des deux diamètres qui s'étendait à peu près sur toute son étendue.

Production expérimentale de stries de frottement.

Quand les gaz, au lieu de concentrer leur action en forant un canal, se déversent suivant des surfaces étendues, leurs effets érosifs se traduisent d'ordinaire par des stries, des sillons et des cannelures qu'ils creusent énergiquement sur ces surfaces. Ces stries sont tantôt rectilignes et parallèles, tantôt s'écartent en éventail, tantôt s'infléchissent avec une légère courbure, de manière à représenter,

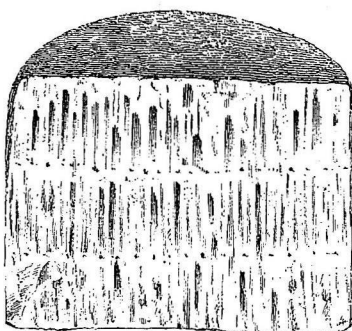
graphiquement et d'une manière durable, les mouvements des gaz qui leur ont donné naissance. On en voit ici un exemple pour le gypse (fig. 11 et 12).

Fig. 11.



Stries gravées dans un cylindre de gypse, suivant une cassure perpendiculaire à l'axe. — Grandeur naturelle.

Fig. 12.



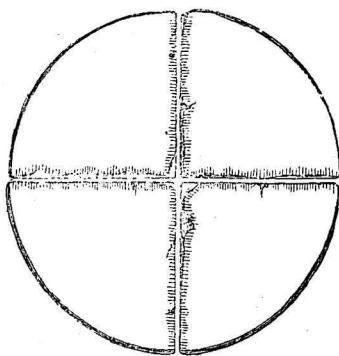
Stries gravées dans le même cylindre de gypse, sur un plan diamétral. — Grandeur naturelle.

Par analogie avec ce que nous voyons d'ordinaire, on pouvait d'abord penser que les gaz gravent ainsi les roches, à l'aide des particules solides qu'ils leur arrachent et dont ils se servent comme de burins.

Mais un examen plus complet montre qu'un intermédiaire solide ne leur est pas indispensable. En effet, c'est aussitôt leur arrivée sur la roche qu'ils l'entament, pour y produire des stries et des cannelures. Ainsi, pour un cylindre siliceux assez dur pour faire feu au briquet et qui était coupé en quatre secteurs rectangulaires (Fig. 13), chacune des huit arêtes encadrant l'orifice en forme de croix, par laquelle les gaz se précipitaient, a été fortement ébréchée, émoussée, striée très nettement et cannelée, dans le sens même du courant gazeux; puis, à partir de ces arêtes d'entrée, chacune des huit faces, en forme de rectangle allongé, a été rayée sur toute sa

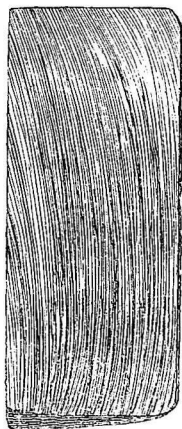
longueur par des stries très nettes (fig. 14), les unes rectilignes, d'autres infléchies, qui s'étendent sur toute la longueur, mais en s'atténuant graduellement. Du côté de l'orifice de sortie, les arêtes sont restées vives.

Fig. 13.



Cylindre de calcaire siliceux coupé en quatre secteurs et représenté suivant celle de ses bases, qui sert de face d'entrée aux gaz : chacune des arêtes a été ébréchée et cannelée. — Grandeur naturelle.

Fig. 14.



Stries produites par les gaz, dans le même cylindre de calcaire siliceux, sur l'une des huit faces longitudinales des secteurs; les sept autres se présentent dans un état identique. — Grandeur naturelle.

A leur arrivée sur chaque arête, les gaz agissent non seulement par frottement, mais encore et surtout par choc.

D'après ces effets, il paraît aussi qu'au point de vue du frottement, les fluides se comportent autrement que les solides et que leur vitesse intervient d'une manière extrêmement énergique.

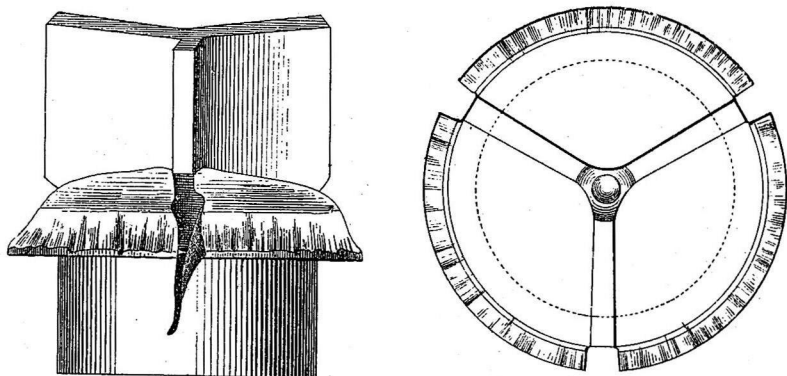
Dans les discussions auxquelles l'origine des stries produites sur de vastes étendues de roches, pendant la période quaternaire, a donné lieu autrefois, on avait cru devoir admettre que les corps solides seuls avaient pu exercer une pression efficace; or, nous voyons que des gaz sont capables de donner lieu à ce même résultat.

La surface des diamants noirs, de la variété *carbonado*, présente souvent des stries parallèles très remarquables, qui peuvent avoir été produites par leur frottement mutuel, ainsi que je l'ai montré par l'expérience (1). Nous voyons cependant qu'il y a une autre origine possible pour ces stries, ainsi que pour celles qui sont burinées dans les parois des diatrèmes diamantifères de l'Afrique du Sud.

Il n'est pas besoin de vitesses aussi grandes que celles qui sont mises en jeu, au moyen des explosifs, pour produire des érosions considérables : avec l'aide du temps, des gaz fonctionnant dans des conditions incomparablement moins exceptionnelles parviennent à des résultats qui méritent d'être pris également en considération par le géologue. Les détériorations que subissent accidentellement certaines pièces de machines à vapeur en offrent des preuves.

Par exemple, dans les chaudières, des fuites *rasantes* entre les tôles coupent quelquefois la tôle sur toute son épaisseur. Le bronze le plus sain n'échappe pas à cette action mécanique. Deux papillons en bronze, placés sur un tuyau d'écoulement de vapeur

Fig. 15.



Clapet de bronze présentant des érosions, des stries et des coupures produites par la vapeur d'eau : élévation et plan. — Grandeur naturelle.

(1) *Comptes Rendus*, t. LXXXIV, p. 1277, 1877; *Géologie expérimentale*, p. 837, 1879.

à 7^{atm} de pression, ont été cannelés et striés profondément, dans des parties voisines de l'axe, où la vapeur éprouvait de la difficulté à s'écouler ; ce sont des coupures comparables à des *coups de lime* ou des *traits de scie*.

Un clapet (Fig. 15), placé aussi sur une canalisation de vapeur à 7^{atm} de pression, a été également attaqué dans tous les points où la forme de la pièce dirigeait de préférence le courant gazeux. Tels sont : 1° les trois angles rentrants formés sur le corps plat du clapet par les arêtes qui servaient de guidage ; 2° l'extrémité des ailettes, sur la circonférence du clapet, en trois régions où la vapeur était dirigée par les trois paires d'angles dièdres rentrants dont on vient de parler et qui ont été coupés *au vif*, comme à la scie ; 3° la douille destinée à recevoir la tige de manœuvre du clapet, montre des érosions plus singulières encore : en face des entailles découpées par la vapeur, dans le siège conique et dans le même alignement, cette vapeur, s'est ouvert trois issues qui ont pénétré jusqu'à l'intérieur de la douille ; 4° le siège conique présente, suivant les génératrices du cône, des séries de cannelures si nombreuses, qu'elles rappellent l'aspect d'un cône de papier qu'on aurait plissé.

Il importe de remarquer que, sur toutes ces entailles, le métal a acquis, par l'influence du frottement, le même poli que lui donnerait un émeri fin, et auquel est évidemment étrangère toute action chimique.

Chapitre I.

OUVERTURE DES CHEMINÉES DIAMANTIFÈRES DE L'AFRIQUE DU SUD

Caractère des cheminées de l'Afrique Australe.

L'exploitation des mines de diamants de l'Afrique australe a révélé, entre autres faits importants, un mode particulier suivant lequel s'est brisée l'écorce terrestre. C'est sous forme de canaux verticaux, dont les caractères remarquables et exactement constatés par de nombreuses exploitations méritent d'être sommairement rappelés.

D'après le très intéressant exposé qu'en a donné M. Moulle (1) les gisements diamantifères du Cap forment, sans exception, des

(1) Moulle. *Géologie générale des mines de diamants de l'Afrique du Sud*. — *Annales des Mines* 1885, série, t. VII, p. 193.

masses cylindroïdes s'enfonçant normalement dans le sol et remplissant de véritables cheminées taillées, comme à l'emporte-pièce, dans les roches encaissantes, sédimentaires et éruptives. Les gisements, qui ont été reconnus au nombre de dix-sept, sont situés le long d'une ligne droite de 200^{km} de longueur.

Toutes les cheminées diamantifères ont une section circulaire, elliptique ou réniforme, sans orientation spéciale. Leur diamètre peut varier de 20^m à 450^m, il est généralement compris entre 150^m et 300^m (Kimberley, de Beers et Bultfontein).

Beaucoup de gisements de roches diamantifères se sont présentés primitivement comme surmontés d'une légère éminence, de quelques mètres de hauteur, d'où le nom de *Kopyes* (éminences, petites têtes). Dans d'autres cas très nombreux, l'affleurement s'est signalé par une dépression, désignée par les Boërs sous le nom expressif de *pans* (poêle à frire).

Le calibre des cheminées diamantifères se rétrécit généralement dans la profondeur.

Toujours, les parois de la cheminée sont parfaitement lisses et finement striées verticalement. Les stries, toutes parallèles, attestent très nettement un énergique frottement et une poussée verticale, de bas en haut.

Les couches de schistes qui forment la paroi de la cheminée n'ont éprouvé au contact aucune altération; elles sont seulement relevées vers le haut.

Quant au remplissage des cheminées, il consiste en roches fragmentaires, la plupart silicatées et magnésiennes, dans lesquelles sont disséminés les diamants.

La surface du vaste plateau triasique de l'Afrique australe montre une série de ces dépressions particulières à la contrée, ou *pans*. Tous les *pans* paraissent correspondre à des canaux verticaux analogues aux cheminées diamantifères.

Analogies des résultats de l'expérience avec les formes, les caractères et la disposition des cheminées diamantifères.

Il serait difficile de comprendre comment un agent, autre qu'un moteur gazeux, aurait pu produire les perforations verticales et rondes dont il s'agit. Mais les résultats des expériences, dont nous venons de rendre compte, nous amènent à des vues plus satisfaisantes qu'une conclusion négative.

On a vu comment les gaz, doués de très hautes pressions et animés de fort grandes vitesses, attaquent toutes les roches. Se

renouvelant sans interruption, aidés d'ailleurs d'une température de 1300° à 2500° et d'une vitesse qui excède 1300^m par seconde, ils s'acharnent, pour ainsi dire, comme à une proie, contre la paroi qu'ils frottent. Il est très remarquable qu'il suffise de 30^{gr} de gaz, agissant pendant une faible fraction de seconde, pour produire une telle quantité d'effets mécaniques et calorifiques.

Non seulement les gaz exercent des érosions sur les parois des cassures, à travers lesquelles ils se frayent une voie; mais, si, en quelques points de ces cassures, ils rencontrent un passage relativement facile, ils y concentrent leur action, et y perforent des canaux, qui se rapprochent plus ou moins de formes cylindriques.

Ces résultats de l'expérience présentent avec les formes, les caractères et la disposition des canaux diamantifères de l'Afrique australe, des analogies bien remarquables, qui paraissent éclairer l'origine de ces derniers.

D'abord l'alignement rectiligne de ces canaux ne peut être dû à une circonstance fortuite. Elle indique manifestement qu'ils ont été ouverts sur une grande faille ou un même système de failles parallèles. Toutefois, chacune de ces cheminées a une origine qui lui est propre et certainement distincte de celle des grandes fractures linéaires, sur lesquelles elles sont cependant entées.

Leur forme cylindrique, la petitesse de leur calibre, relativement à leur grande profondeur, les parois alésées de ces cheminées, leurs stries et leurs cannelures longitudinales, gravées peut-être par les matériaux solides que les gaz poussaient devant eux, se retrouvent, à l'échelle du laboratoire, dans les résultats des expériences, et constituent autant de traits d'identité.

De même que dans les érosions expérimentales, les trouées qui nous occupent se sont établies sur des cassures profondes, qui étaient en quelque sorte préparées pour les recevoir. Les points singuliers d'échappement, que les gaz ont choisis çà et là, pouvaient être déterminés par le croisement d'autres failles ou par d'autres causes de moindre résistance.

Si nous ignorons la nature des gaz qui ont agi dans ces circonstances, nous rappellerons cependant que l'exploitation constate, à chaque instant, de manière même à en être gênée, la présence de gaz carburés à forte tension qui sont emprisonnés dans les roches encaissantes.

Dans les expériences précitées, l'explosion qui détermine les érosions a eu une durée de quelques cent-millièmes ou de quelques dix-millièmes de seconde, c'est-à-dire qu'elle est presque instantanée. Rien n'empêche de supposer que, dans la nature, où les

réservoirs d'accumulation pouvaient être gigantesques, elles ont été beaucoup moins courtes et, par conséquent, ont pu produire des résultats tout autrement considérables.

D'ailleurs, une fois ouverts, les canaux verticaux ont été peut-être élargis et parfois alésés par des actions de diverses natures.

Des perforations aussi remarquables, tant par leurs formes que par les communications qu'elles ont établies avec les profondeurs du sol, constituent, parmi les cassures terrestres, un type assez nettement caractérisé pour mériter d'être distinguées par une dénomination précise et cosmopolite. Le nom de *diatrème* du grec (*διατρῆμα*, perforation) rappelle l'origine probable de ces trouées naturelles, véritables *tunnels verticaux*, qui se rattachent souvent, comme un incident particulier, aux cassures linéaires, diaclases et paraclases.

Chapitre II

OUVERTURE DES CANAUX VOLCANIQUES.

La même expérimentation trouve aussi une application dans l'ouverture des canaux des volcans.

La nature, en effet, nous montre réunies, dans bien des régions volcaniques, les deux conditions essentielles qui sont intervenues dans nos expériences, c'est-à-dire des réservoirs de pression et des cassures propres à faire communiquer ceux-ci avec l'extérieur.

Réservoirs de pression dans les régions souterraines.

L'énergie de la puissance mécanique, qui réside à l'intérieur du globe et qui se rattache évidemment à la haute pression de fluides élastiques, se manifeste bien clairement par les phénomènes volcaniques.

Lors des éruptions, ces fluides élastiques jaillissent violemment et témoignent de leur forte tension par la hauteur où ils s'élèvent, hauteur rendue visible par les poussières qu'ils transportent et qu'on a évaluée à 10 kil. dans l'éruption du Cotopaxi de 1877, dans l'explosion du Krakatau de 1883 et dans celle qui a eu lieu en 1886 à la Nouvelle-Zélande. La force expansive dont il s'agit se révèle encore par la projection au loin de blocs volumineux, comme il est arrivé au Vésuve, où de gros fragments ont été lancés, dit-on, à 1200^m au-dessus du sommet pour retomber à 4000^m de l'axe. La terrible éruption du Krakatau en 1883, avec les mugissements res-

sentis sur une étendue de 3000 kilomètres de rayon a manifesté aussi l'énorme puissance des vapeurs souterraines. A l'Etna, la lave qui s'élève souvent jusqu'à la cîme de cette pyramide singulière, que son isolement rend si imposante et à laquelle les Arabes ont donné le nom de *Djebel*, la montagne par excellence, est fournie par un réservoir situé certainement beaucoup plus bas que le niveau des mers; elle témoigne ainsi, comme l'a fait remarquer Élie de Beaumont, d'une pression de plus de mille atmosphères.

Cassures pouvant établir une communication entre ces réservoirs et la surface.

Quant aux cassures qui peuvent mettre les réservoirs en communication avec la surface, il est superflu de s'étendre à leur égard. De toutes parts, même en dehors des chaînes de montagnes, elles dessinent des alignements par de nombreux phénomènes éruptifs.

Conclusion à tirer du gisement des volcans.

Les expériences ont montré comment les gaz, emprisonnés et comprimés, cherchent sur les fissures auxquelles ils ont accès, pour se détendre vers l'extérieur, un ou plusieurs points de moindre résistance, à partir desquels ils ouvrent un canal, qu'ils augmentent rapidement et transforment en diatrème.

Or ces conditions se reproduisent, trait pour trait, dans les caractères les plus généraux du gisement des volcans. L'isolement des montagnes volcaniques, leur forme d'ordinaire grossièrement conique et leur mode de fonctionnement doivent, en effet, faire admettre que chacune d'elles correspond à un conduit vertical ou cheminée, qui communique avec les régions profondes du globe; la montagne forme comme le couronnement de cette cheminée, par laquelle débouchent, en temps d'éruption, les masses gazeuses, fondues ou solides. On ne voit pas comment cette cheminée résulterait d'une action autre que celle d'une pression exercée verticalement, de bas en haut, sur un point unique.

La ressemblance avec les résultats de l'expérience est plus frappante encore, lorsque les volcans sont disposés en séries linéaires, comme on en a tant d'exemples. Depuis longtemps cette disposition a été considérée par Léopold de Buch, comme correspondant à des soupiraux ouverts sur une même grande cassure. Ces séries de canaux volcaniques paraissent devoir être assimilées aux séries de

cheminées diamantifères et résulter de renflements sur un même système de cassures.

L'intervention des gaz dans l'ouverture des cheminées paraît particulièrement évidente pour les volcans qui n'ont apporté au jour que des déjections incohérentes, scories et débris des roches encaissantes, sans accompagnement de matières fondues. Les cavités circulaires nommées *Maars* dans l'Eifel et d'autres bien connues aussi en Auvergne et ailleurs, marquent, par des cratères, les orifices de ces canaux. Elles paraissent représenter le phénomène volcanique le plus simple et si bien correspondre à des effets de la tension des vapeurs intérieures qu'on leur a donné le nom de *cratères d'explosion*. Beaucoup d'autres cavités cratériformes ont sans doute une origine semblable. Telles sont le Gur de Tazenat, dans le Velay, d'un diamètre de 800^m et dominé par un amphithéâtre de granite; tel est aussi un cratère situé dans la même région, près de la station de Confolens : d'après Tournaire, qui en a donné une figure (1), ce cratère est entièrement excavé dans le granite et n'a livré passage à aucune déjection volcanique; seulement sur son axe a été poussé un cône de granite fragmentaire, comme une sorte de pépérino granitique.

De même que les failles ou paraclases ont fréquemment servi de réceptacles aux émanations métallifères constitutives des filons, de même nombre de diatrèmes ont servi de canaux aux éruptions volcaniques, et l'ouverture de ces diatrèmes en représente la phase initiale.

Poussée au dehors des brèches volcaniques.

En Europe, sur le sol même de la France, nous avons des dispositions de roches d'origine profonde, qui présentent, avec celles des conglomérats diamantifères de l'Afrique du Sud, des analogies intimes. Il s'agit notamment de ces obélisques cylindroïdes dont la substance est le basalte congloméré ou pépérino et qui s'élèvent d'une manière si singulière aux environs du Puy-en-Velay et dans la ville même (Roche Saint-Michel, Corneille, Polignac, etc.). La diversité des éléments qui concourent à leur constitution est presque aussi grande que celle des matériaux dont sont remplies les cheminées du Cap; le basalte de diverses variétés y est associé à des granites, à des pegmatites plus ou moins altérés et à d'autres roches primitives. Les gemmes n'y font même pas défaut, les diamants étant remplacés par les saphirs et les zircons. Leurs formes et leur alignement rendent bien légitime d'y voir le moulage de canaux

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVIII, p. 4166, 1869.

verticaux, ouverts dans les masses stratifiées, que leur faible résistance n'a pas soustraits à l'action dénudatrice des agents superficiels; ce sont comme des *kopyes* ou des *pans* renversés.

Énergie des pressions internes jusqu'au moment de l'ouverture des diatrèmes.

Dans tous les volcans actifs, l'éruption des gaz et des vapeurs trouve une issue comparativement facile. Le canal, qui a été antérieurement ouvert, fonctionne à la manière d'une soupape de sûreté, conjurant les conséquences d'un excès de pression.

Mais il en était tout autrement avant que les orifices fussent ouverts. Comme dans nos éprouvettes à explosifs, les pressions internes pouvaient s'élever au-delà de toute limite appréciable. Ces tensions de milliers d'atmosphères, que nous réalisons chaque jour avec les explosifs, pouvaient être de beaucoup dépassées. D'ailleurs il paraît légitime d'admettre que, dans la plupart des circonstances, l'explosif principal n'était autre que l'eau, dont on connaît la prodigieuse puissance, manifestée notamment par le gonflement et les déchirures de tubes très épais, quoique contenant seulement une fort petite quantité d'eau, lors des expériences où j'ai tenté d'imiter les effets du métamorphisme (1).

Il est donc logique de concevoir que le régime volcanique actuel a pu être précédé d'actions mécaniques, incomparablement supérieures à celles dont nos éruptions sont les effets.

En concentrant leurs efforts sur de fines cassures et spécialement sur leurs croisements, les agents gazeux doués de la puissance perforatrice que nous venons de constater, ont dû provoquer, comme dans les expériences, l'ouverture de canaux.

Quelque énorme que paraisse la puissance réclamée par les gaz pour ouvrir les diatrèmes, elle n'est aucunement inférieure à celle que nous voyons fonctionner dans les volcans actuels ou qui intervient dans nos expériences.

Chapitre III

OUVERTURES DE PERCÉES OU DIATRÈMES DONT ONT PROFITÉ DES ROCHES ÉRUPTIVES.

En dehors des volcans proprement dits, beaucoup de masses éruptives, qui se présentent en dômes isolés, amènent à une conclusion semblable, c'est-à-dire qu'elles sont arrivées au jour par une

(1) *B. S. G. F.*, 2^e série, t. XV, p. 97, 1858; *Géologie expérimentale*, p. 154.

diatrème. Tels sont, parmi les milliers d'exemples que l'on pourrait citer, de nombreux dômes trachytiques comme le Puy-de-Dôme, les dômes phonolitiques du Høegau, du Rhœngebirge et du Mittelgebirge de la Bohême, les cônes de la Solfatare de Naples, d'Astroni et des Camaldules.

Le plus souvent, l'existence de canaux verticaux est dissimulée par une intercalation des roches éruptives qui, naturellement, ont profité de ces passages faciles pour parvenir jusqu'au jour et se sont soudées aux parois encaissantes; mais la présence de ces masses intercalées ne les rend pas plus méconnaissables que ne le sont les failles ou paraclases, après qu'elles ont été injectées par des masses éruptives ou incrustées de substances métallifères.

Toutefois il est des cas où l'on a eu occasion d'entailler ces massifs et d'y reconnaître à peu près les mêmes formes, que les exploitations diamantifères du Sud de l'Afrique ont si bien fait connaître dans toutes leurs particularités. C'est un nouvel exemple des lumières que l'exploitation des mines, origine principale de la géologie, par les données géométriquement exactes qu'elle fournit, a apportées à la science.

Je citerai, entre autres, la nappe basaltique du Meissner, en Hesse, qui s'est épanchée sur des couches à lignites en se rattachant dans la profondeur à une colonne de basalte, presque cylindrique, ayant environ 100^m de diamètre et dont la connaissance précise a été procurée par l'ouverture d'une galerie d'exploitation (1).

Sir Roderick Murchison a signalé une colonne éruptive du même genre à Cornbrook en Shropshire (2). Des exemples analogues ont été décrits de la manière la plus claire par M. Archibald Geikie (3), dans ses belles études sur les roches volcaniques carbonifères du bassin du Firth of Forth. Les figures que l'éminent géologue en a données font très bien comprendre l'isolement de ces colonnes, qui rappellent les éruptions volcaniques modernes et auxquelles leur forme a fait donner le nom expressif de *necks* (cous). Ces sortes de grands tuyaux verticaux sont remplis d'un assemblage tumultueux de blocs de toutes dimensions, consistant en roches volcaniques et en débris arrachés aux masses, à travers lesquelles la perforation s'est produite. Ce sont visiblement des remplissages de cheminées ou d'évents volcaniques, comme l'est probablement aussi la masse isolée du Kinnekulle, en Suède.

(1) Moesta, *Mineralogisches Jahrbuch*, p. 241, 1869.

(2) *Siluria*, p. 113 et 290.

(3) *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, t. XXIX, p. 137, 143, 163, 358; 1880.

Il serait facile de citer bien des faits analogues : ils ne sont nullement en opposition, et au contraire, avec cette circonstance que plus souvent encore, de grandes cassures rectilignes ou failles ont donné aussi passage aux roches éruptives.

DEUXIÈME PARTIE

FORMATION ET TRANSPORT DE DÉBRIS ; MENUS FRAGMENTS ET POUSSIÈRES ; APPLICATION AUX PHÉNOMÈNES NATURELS, ET SPÉCIALEMENT A L'HISTOIRE DES POUSSIÈRES COSMIQUES ET DE CELLES QUI ABONDENT DANS LES RÉGIONS ABYSSALES DE LA MER.

LUMIÈRE FOURNIE PAR L'EXPÉRIMENTATION A L'HISTOIRE DU CONCASSEMENT DES ROCHES ET A CELLE DE LA PRODUCTION DE POUSSIÈRES.

Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, des fractures plus ou moins nombreuses se produisent dans les roches, sous l'action du choc subit des gaz.

Dans l'ardoise, les plans de rupture sont dirigés suivant des clivages, et les segments se déplacent, en glissant les uns relativement aux autres, à la manière de ce qu'on observe, toute proportion gardée, pour les failles. Le verre se craquèle.

Comme contre-partie des érosions et des perforations qu'ils causent, les gaz produisent une quantité de débris qu'ils emportent au dehors. Une feuille de carton C C (Fig. 16), enduite de vaseline, qui était placée à 1^m, 40 au-dessus de la sortie de l'éprouvette E et maintenue au moyen d'un châssis, servait à recueillir une partie de ces projections. Celles-ci, suivant leur grosseur, subissent une sorte de triage qui les distribue sur la surface adhésive, suivant des cercles concentriques (Fig. 17). Les grains les plus grossiers, comme une violente mitraille, perforent le carton et même la planche de support ; quant aux parties extrêmement ténues, elles sont partiellement emportées au loin par les gaz qu'elles rendent opaques.

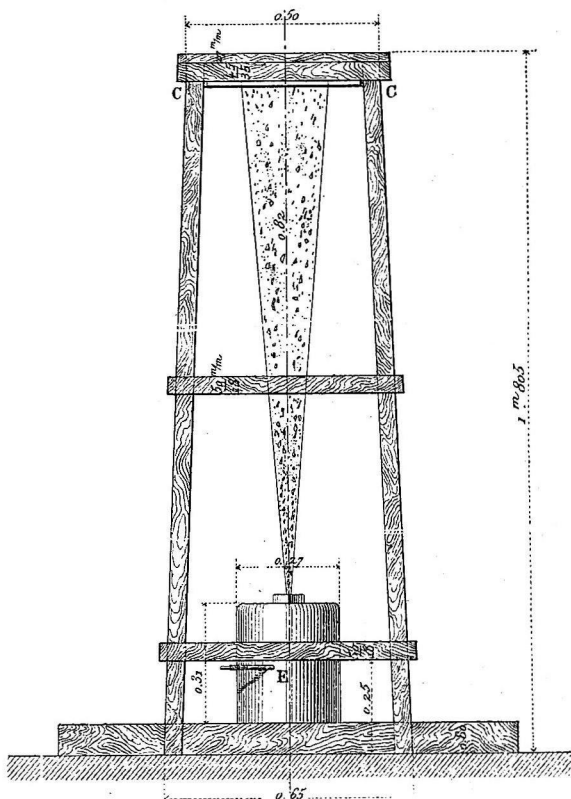
Examen des poussières ; leurs analogies avec certaines poussières, déposées par l'atmosphère ou dans les mers profondes.

L'examen des poussières retenues sur la feuille de carton, que M. Stanislas Meunier a bien voulu faire, mérite d'être résumé.

Dans les poussières produites lors de la trituration des roches par le passage des explosions gazeuses, on distingue au microscope des grains de deux catégories différentes. Les uns ne sauraient

être distingués de ceux que donne la simple pulvérisation mécanique ; les autres ont un caractère spécial qui paraît en rapport intime avec les conditions particulières de l'expérience. Par exemple, dans le cas du granite, les trois minéraux constituants : quartz,

Fig. 16.



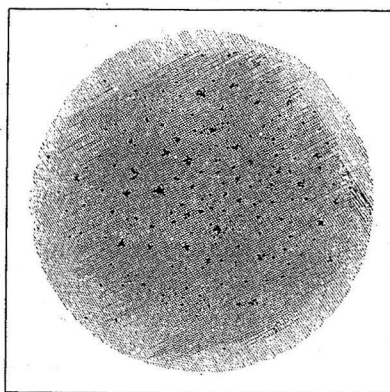
Châssis placé sur l'éprouvette et munie d'une feuille de carton CC, enduite de vaseline et destinée à arrêter une partie des poussières et des fragments projetés par l'éprouvette E. — Échelle $\frac{1}{20}$.

feldspath et mica, se retrouvent avec tous leurs attributs. Mais, outre ces matériaux, on est frappé de rencontrer des petites sphères parfaites ou presque parfaites (fig. 18), absolument opaques et noires, ou peu translucides et brunâtres, dont la surface est luisante, et présentant parfois un petit goulot bien caractéristique : ce sont, sans aucun doute, des produits de fusion.

On retrouve des éléments identiques, dans la poussière dérivant de roches très diverses, qui ont été soumises à l'expérience, mais avec des circonstances variables pour chacune d'elles et dont quelques unes méritent d'être rapidement résumées.

Malgré la variation dans la densité du chargement, qui a été

Fig. 17.

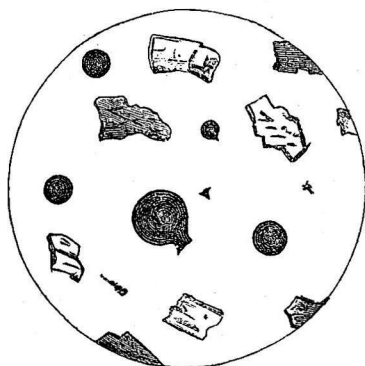


Feuille de carton à laquelle les poussières fines ont adhéré et qui a été percée par les grains grossiers. — Échelle de $\frac{1}{10}$.

portée de 0,1 à 0,2, les caractères des poussières, produites par le granite de Vire, n'ont pas varié d'une expérience à l'autre.

La ménilite, comme le cristal de roche, donne une poudre remarquablement anguleuse. Pour l'opale, les grains sont les uns translucides et fort peu colorés, tandis que les autres sont sen-

Fig. 18.



Poussière de granite dans laquelle on distingue de nombreux globules noirs ou de teinte foncée. — Grossissement de 220 diamètres.

siblement opaques. On voit avec eux quelques globules noirs et brillants, mais qui sont exceptionnellement petits et rares.

La poussière de la craie de Rouen se signale par de petits éclats transparents de glauconie (ou de chlorite plus ou moins altérée) d'un beau vert émeraude, mêlés aux fragments plus ou moins opaques de carbonate de chaux. On voit des débris à clivage rhomboédrique de calcite transparente, ainsi que beaucoup de grains opaques et quelques globules parfaits et généralement très gros.

La craie de Maëstricht donne une poussière entièrement amorphe, sauf pour quelques grains qui ont des formes de foraminifères et renferme très peu de globules. Le calcaire de Marly produit une poudre très fine, où les globules sont très peu nombreux. Enfin l'anhydrite n'a guère fourni que des éclats de clivage, qui se teignent entre les nicols de bandes, concentriques à la propre forme de chaque fragment. On ne voit pas de globules brillants.

La poussière de la serpentine se montre en grains fort petits, dont les formes sont tout à fait irrégulières, et parmi lesquels on reconnaît des fragments bacillaires, très probablement constitués par de la diallage. Des grains opaques irréguliers sont du fer oxydulé ; ils se distinguent très nettement de sphérules parfaits, à surface brillante et en général forts petits, auxquels ils sont mélangés. Ceux-ci sont attirables au barreau aimanté ; leur nombre est très grand et plusieurs ont une forme ellipsoïdale remarquable.

Enfin la poussière procurée par la lave du Vésuve, présente, au maximum, le caractère globuliforme, déjà signalé dans les produits de trituration de roches par les explosions gazeuses. Presque toute la matière est à l'état de sphérules noirs, de dimensions variables, mais toujours très faibles, de 0^{mm}012 à 0^{mm}070, offrant parfois une tubulure. Cette abondance est manifestement en rapport intime avec la fusibilité relative de la roche, qui se traduit aussi par la constitution du vernis général dont sont recouvertes toutes les parties en contact avec les gaz incandescents.

Ajoutons que l'on retrouve des globules dans la poussière de la porcelaine ou de la terre à poteries, mais en nombre variable et avec des dimensions différentes dans chaque cas.

Cette dernière circonstance montre que si l'acier de l'éprouvette peut donner lieu lui-même, par combustion, à quelques globules, ce qui est douteux, comme on le verra plus bas, la plupart ont réellement pour origine la roche en expérience.

Il est impossible de contester l'identité de ces globules avec ceux qui existent en si grande abondance dans les poussières atmos-

phériques, qu'on a signalés à tant de reprises dans les vases actuelles des mers profondes et qui pullulent dans un si grand nombre de sédiments de tous les âges, depuis les argiles albiennes du puits de Grenelle jusqu'aux grès paléozoïques de Villedieu (1).

Jusqu'ici l'opinion générale, la seule d'ailleurs que l'on put avoir, a été de rattacher l'origine de ces globules à l'arrivée dans l'atmosphère de masses cosmiques; et l'on peut ajouter aujourd'hui aux arguments déjà présentés à l'appui de cette thèse, les résultats fournis par la trituration gazeuse des roches météoritiques. La poussière qu'à donné un cylindre de la pierre tombée du ciel en 1868, à Pultusk, montre en effet d'innombrables globules, associés aux éclats de péridot et d'enstatite, ainsi qu'aux granules métalliques, ayant conservé leur forme ramifiée et même souvent leur adhérence avec des minéraux lithoïdes.

Cependant, ce qui précède fait voir que les roches terrestres, de même que les météorites, peuvent engendrer les globules qui nous occupent.

On peut même en saisir, pour ainsi dire, l'origine sur le fait. Sur la paroi interne des canaux ouverts par les gaz dans les cylindres de granite, on voit à côté du quartz, qui a été écaillé par décrépitation, que le mica et le feldspath ont pris, à des degrés divers et avec une intensité inégale suivant les points, un état visqueux ou fluide qui les a étalés sous forme de vernis. Ce vernis a, çà et là, été arraché par le courant gazeux, en minces pellicules, dont on voit les attaches et qui ont été projetées dans l'air, en lambeaux fondus, bientôt refroidis et consolidés.

Pour bien élucider la suite de leur histoire, il est commode, comme l'a fait M. Stanislas Meunier, de substituer aux matériaux réfractaires des roches, quelque corps très fusible, et l'on reconnaît alors que la capillarité intervient pour transformer, en effet, les pellicules fondues, dont nous venons de voir le point de départ, en petits ballonnets creux, souvent tubulés, comme les globules naturels.

Ainsi, en lançant dans l'eau froide le contenu d'une pipette à orifice capillaire, remplie soit de stéarine fondue, soit de cire à cacheter, ou d'un mélange de ces deux substances, on produit des myriades de petites sphérules, ayant les caractères de forme de celles qui nous occupent et reproduisant ainsi, malgré la différence de substances, toutes les allures des globules résul-

(1) Stanislas Meunier et Gaston Tissandier, *Comptes-rendus*, tome LXXXVI, p. 450, 1878.

tant de la combustion du fer dans l'air ou du choc du silex sur l'acier du briquet. Leur forme est, en général, d'autant plus sphérique que leur diamètre est plus réduit ; mais on peut arriver à en produire de fort grosses, c'est-à-dire ayant plusieurs millimètres et, dans ce cas, très faciles à étudier.

En résumé, sans contester, et bien au contraire, que l'arrivée des météorites dans l'atmosphère contribue puissamment à la production des globules brillants dont abondent les sédiments aériens et aqueux, il convient de bien établir que le phénomène terrestre de l'ouverture des diatrèmes intervient très activement pour sa part. Les sphérules concomitantes à l'érosion gazeuse des granites et des autres roches, lancées dans l'atmosphère, aux vertigineuses altitudes où parviennent les fines déjections volcaniques, peuvent être soutenues en l'air fort longtemps et retomber à des distances quelconques. A l'appui de cette opinion, il faut rappeler que dans le bassin des mers, les corpuscules dont il s'agit, et que MM. Renard et Murray n'hésitent cependant pas à rattacher à une origine extra-terrestre, sont, en général, associés à des produits nettement volcaniques, qui semblent être là tout exprès pour trahir leur véritable origine.

On peut noter ici que, à l'inverse des roches précédentes, le quartz hyalin n'a fourni qu'une poussière anguleuse, complètement dépourvue de globules.

La poussière impalpable produite par l'érosion gazeuse des cylindres de fonte et d'acier n'a montré, contrairement à ce qu'il semblait légitime de supposer, que des grains très anguleux ou à peine arrondis et pas du tout de sphérules. La matière est d'ailleurs à peine oxydée, comme en témoigne son action précipitante sur les sels de cuivre, et cet état est peut-être la raison de sa différence de forme avec les poussières globulifères atmosphériques, qui paraissent dériver, au moins en partie, de la combustion dans l'air de masses de fer.

Brèches et poussières dues à la simple action de fluides élastiques.

L'expérience explique que les formes anguleuses des fragments de certaines brèches éruptives, telles que celles des blocs cristallifères si connus de la Somma, et particulièrement celles des *lapillis*, peuvent être dues, non-seulement à la *friction* des roches solides dans la cheminée volcanique, comme on l'a supposé (*Reibung-conglomerat*), mais aussi à la seule action des fluides élastiques, dont la puissance brisante est énorme.

Il en est de même des poussières d'une extrême ténuité, que l'on désigne improprement sous le nom de cendres volcaniques, par exemple pour celles que le Krakatau, en 1883, a vomies en si prodigieuse abondance que l'atmosphère terrestre tout entière en a été salie des mois durant. Toutes ces poussières ont leurs analogues dans les poudres, absolument impalpables, formées dans les expériences par les explosifs, aux dépens de toute espèce de roches.

Il convient de tenir grand compte en géologie de cette puissance des gaz.

TROISIÈME PARTIE

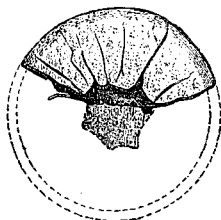
BROYAGE ET MOULAGE DE LA ROCHE REPASSÉE A L'ÉTAT SOLIDE; APPARENTE PLASTICITÉ ET ÉCOULEMENT; APPLICATIONS POSSIBLES A DIVERS EFFETS MÉCANIQUES EXERCÉS SUR LES ROCHES, TELS QUE LA SCHISTOSITÉ.

LUMIÈRE FOURNIE PAR L'EXPÉRIMENTATION A L'HISTOIRE DE L'APPARENTE PLASTICITÉ ET DE L'ÉCOULEMENT DES ROCHES SOUMISES A DES EFFORTS MÉCANIQUES.

Dans plusieurs cas où la roche, gypse, marbre, granite ou météorite, avait été broyée par le courant gazeux qui l'avait traversée, les fragments de formes diverses et la poussière, dont les éléments se sont réagglutinés, se sont exactement *moulés* dans le logement où était placée la roche, de façon à prendre contre l'acier un poli spéculaire, comparable à celui de la monnaie qui a subi le choc du balancier. La délicatesse de ce moulage par pression, ressort aussi de l'empreinte, saisie par la roche, des stries concentriques que le travail au tour avait gravées sur des rondelles d'acier. En se régénérant, la roche s'est comportée d'une manière qui simule la plasticité de la glace, dans les expériences de Tyndall.

Le granite (Fig 19) a parfois peu perdu de sa cohésion et, au

Fig. 19.



Cylindre de granite broyé, puis en partie régénéré; le cylindre primitif est entouré d'une sorte de gaine figurée en pointillé et consistant en poussière de la même roche, réagglutinée très solidement. — Grandeur naturelle.

premier abord, il a conservé son aspect. Cependant l'examen microscopique d'une lame mince montre qu'il a subi un broyage, au moins dans certaines de ses parties. Quelques parties pulvérisées, renferment à l'état d'inclusion des bulles gazeuses qui sont sans doute des produits de l'explosion. D'après l'examen que M. Michel Levy a bien voulu en faire, les fissures provoquées par l'explosion traversent tous les éléments, mais se multiplient au passage du quartz et des feldspaths; elles ne paraissent pas très déviées par les directions de clivages faciles et affectent une orientation générale, en rapport évident avec la forme extérieure du cylindre. Dans les micas, il y a parfois torsion des feuillettes le long des cassures.

De même que le granite, la météorite broyée s'est régénérée et a sensiblement repris sa cohésion primitive.

Pour voir si, dans ces conditions, la roche, sans se pulvériser, ne peut pas se déformer, par une sorte de ductibilité comparable à celle des *crushers* de cuivre qui servent de manomètre, j'ai soumis un cylindre de marbre de Carrare plein, c'est-à-dire sans fissure préalable, à une charge de densité de 0, 2, c'est-à-dire double de celles qui ont été employées dans la plupart des expériences, soit 2,400 atmosphères. Des sillons en croix, d'une profondeur de 0^{mm},3, avaient été pratiqués sur l'une des bases, ainsi que sur le côté du cylindre. Le bruit intense qui s'est produit à la suite de l'explosion a immédiatement averti que, malgré le bouchon plein constitué par la roche, les gaz s'étaient fait jour en la brisant. D'ailleurs, le carton adhésif était criblé de poussières et de grains projetés en dehors, dont quelques-uns l'avaient traversé.

En effet, ce cylindre massif de marbre avait été perforé suivant son axe par un canal dont le diamètre moyen se rapprochait de celui de l'obturateur de cuivre et de l'enclume d'acier. En outre, il s'était exactement moulé sur les parois cylindriques et sur les bases du logement, en leur empruntant le poli, l'éclat métallique et les stries fines provenant du travail au tour. Les dimensions du cylindre s'étaient donc considérablement modifiées; le diamètre s'était accru de 21^{mm}, 1 à 24^{mm}, et la hauteur réduite de 30^{mm}, 7 à 24^{mm}. Les sillons creusés à l'avance étaient complètement effacés.

Dans une autre expérience, le marbre a manifesté la plasticité qu'il avait momentanément acquise en se moulant sur les nombreux fils de cuivre qui le cerclaient (fig. 5) et a pris de chacun d'eux une empreinte délicate.

Pour ce calcaire marbre, le grain saccharoïde s'est sensiblement atténué, en même temps que la roche, de translucide qu'elle était, est devenue opaque. Ce que la simple vue à la loupe faisait supposer

est confirmé par l'examen de plaques minces au microscope; la roche, après avoir été broyée en menue poussière, a immédiatement repris de la cohésion. A la base d'un cylindre ainsi comprimé, on remarque l'éclat spéculaire de la substance, devenue transparente et active sur la lumière polarisée : elle rappelle un large clivage cristallin.

Pour le gypse, les effets de plasticité sont tout particulièrement prononcés. J'en citerai deux exemples, les circonstances qu'ils présentent n'étant pas sans application géologique.

Un cylindre de gypse plein, placé dans le logement de l'éprouvette, s'y est complètement moulé par l'action des gaz explosifs. La hauteur du cylindre qui était de 31^{mm}4 et son diamètre de 21^{mm}3 sont, en effet, respectivement devenues 49^{mm}5 et 23^{mm}5. Le changement de forme a donc été complet. En même temps, la surface entière a acquis un poli éclatant qu'elle a emprunté au métal contre lequel le gypse a été embouti.

Outre l'éclat métallique qu'elle a acquis, comme si elle avait passé au brunissoir, des bandes parallèles grises ou noires dirigées suivant les arêtes, accusent bien le sens des mouvements moléculaires, qui ont accompagné la déformation.

D'ailleurs, la masse a pris une cohésion supérieure à celle de la roche naturelle et un grain notablement plus fin. Une plaque mince a montré une orientation générale des grains cristallins, conforme à celle qu'eût déterminé un écoulement suivant l'axe du cylindre.

Quoique l'obturateur et l'enclume entre lesquels le gypse se trouvait serré présentassent, comme à l'ordinaire, une ouverture centrale, cette fois les gaz n'en ont pas profité. Ils n'ont pas opéré de perforation. ou plutôt, ils se sont eux-mêmes fermé le passage, en subissant instantanément un véritable écoulement.

Comme autre preuve d'écoulement, ils ont poussé devant eux hors de l'orifice un jet à section circulaire ayant la forme d'un dé à coudre. A peine formé, ce jet a été violemment projeté jusqu'à la feuille de carton du chassis, sur laquelle ce projectile a fait une empreinte profonde.

Dans une autre expérience, le gypse s'est moulé de la même manière dans le logement de l'éprouvette, avec cette différence que les gaz l'ont corrodé jusqu'au tiers de sa hauteur, suivant deux larges sillons perpendiculaires entre eux; mais sans pouvoir opérer une perforation complète.

Dans chacune de ces deux expériences, contrairement à ce qui est arrivé presque toujours, aucun bruit n'a accompagné l'explosion; ce qui prouvait tout d'abord que les gaz, malgré leur énorme

tension, n'étaient pas parvenus à se frayer une issue jusque dans l'atmosphère.

Le phénomène de l'écoulement des corps solides, que Tresca a si bien et si complètement étudié dans les métaux et les pâtes plastiques, se manifeste donc aussi dans les roches, lorsqu'elles sont soumises à une force suffisamment énergique. Au lieu de la pression de 500 atmosphères à laquelle opérait Tresca, nous avons eu recours à celle de 1100 à 2300 atmosphères ; mais il n'est pas nécessaire d'arriver à cette dernière limite pour obtenir une *pression de fluidité*. Nous avons donc des exemples de broyage et de régénération de roches à l'état cohérent, qui paraissent ainsi avoir passé par un état plastique.

Quand on se reporte aux énormes pressions que les roches ont subies, lors des ploiements auxquels elles ont été si souvent soumises, on doit supposer qu'elles ont été parfois concassées et resoudées, comme nous venons de le voir, à la suite d'un véritable *écoulement*.

Dans ces expériences, les conditions sont bien plus favorables à une soudure que lorsque l'air s'interpose nécessairement entre les grains d'une poussière ; la roche se reconstitue instantanément, sans cesser d'être soumise à une forte pression. D'ailleurs, bien que la chaleur contribue certainement au résultat, on n'aperçoit dans les éléments réagglutinés aucune trace de fusion.

Ne serait-il pas légitime de rattacher ce phénomène à l'observation déjà ancienne de Dutrochet (1), qu'une surface *neuve* jouit d'une propriété attractive pour certains corps, propriété qu'elle ne possède plus au même degré au bout d'un temps très court ?

Après s'être reconstitués comme on vient de le voir, le calcaire ordinaire et le marbre de Carrare ont présenté une schistosité concentrique à l'axe, comme si ces cylindres s'étaient débités en cylindres concentriques, ayant obéi successivement à la pression normale : ils rappellent les tubes d'une lunette. Il en est de même du granite. Ces résultats s'expliquent par les expériences qui ont imité les conditions où s'est produite la structure schisteuse dans les roches (2). En effet, c'est seulement par écoulement que ces roches ont pu se mouler, comme nous venons de le voir.

La schistosité s'est manifestée sous une autre forme encore (Fig. 2), dans les expériences où le calcaire de Marly-la-Ville était taillé en cylindres assez gros pour résister au broyage. Dans ce

(1) *Recherches sur la force épipolique*, 1842, T. I. p. 24.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. IV, p. 529, 48.

cas, les feuillets produits ne sont plus concentriques, mais parallèles à la section diamétrale faite avant l'expérience. Cette orientation montre éloquemment que le changement de texture résulte d'un entraînement successif de feuillets, sous l'action des gaz ; malgré le temps si court (moins de quelques dix millièmes de secondes), l'expérience nous met en mesure de constater, comme à l'aide d'un chronographe d'un nouveau genre, une série d'actions mécaniques développées les unes après les autres.

QUATRIÈME PARTIE

LUMIÈRE JETÉE PAR L'EXPÉRIMENTATION SUR LA SORTIE DES MASSES ROCHEUSES
A TRAVERS LES PERFORATIONS VERTICALES DE L'ÉCORCE TERRESTRE OU *DIATRÈMES*.

Les fluides élastiques emprisonnés sous fortes pressions dans les réservoirs souterrains, n'ont pas borné leur action à perforer des cheminées à travers l'écorce terrestre. Il ne leur a pas fallu plus de puissance, ni un mode d'opérer bien différent, pour faire monter vers la surface, et bien au-dessus, des masses rocheuses par les canaux que ces fluides avaient percés.

Telle peut être particulièrement l'origine de beaucoup des dômes trachytiques isolés, servant pour ainsi dire de couronnement à des diatrèmes, et en révélant l'existence qui, sans ces signaux souvent imposants, aurait passée inaperçue.

Un grand nombre de ces dômes, si ce n'est tous, ont dû surgir du sol à un état voisin de la solidité. Autrement on ne comprendrait pas le profil fortement incliné de tels amoncellements et souvent sur des hauteurs très considérables.

Les deux files parallèles entre elles, de cônes gigantesques, alignés sur le haut plateau de Quito, présentent un exemple typique de cette manière d'être.

Deux arguments principaux appuient la supposition que ces masses rocheuses ne sont pas arrivées fluides au jour, ni même pâteuses. D'une part, ainsi qu'on vient de le dire, loin de s'être affaissées sur elles-mêmes, comme il serait arrivé dans ce cas sous l'action de la pesanteur, elles se dressent majestueusement, de façon à dominer de plus de deux mille mètres le plateau environnant.

D'un autre côté, un état initial à peu près solide, rend aisé de comprendre l'existence, dans leurs flancs, de vastes cavités, sièges de lacs souterrains, dont le déversement, conjointement avec des fusions de neiges superficielles, a été plus d'une fois si funeste aux pays voisins, lors des convulsions du sol et dont les parois se sont

effondrées sur elles-mêmes, comme cela est arrivé en 1698 au Carguairazo. Il en a été de même pour le Nevado del Altar, l'ancien Capac-Urcu, de l'éroulement duquella cîme actuelle, avec ses bords crénelés, témoigne si clairement, et, jadis célèbre par sa hauteur colossale, supérieure à celle du Chimborazo.

Les actions mécaniques qui ont donné naissance à des cônes ainsi isolés, à proximité desquels on n'aperçoit très souvent aucune dislocation exceptionnelle, due à des pressions horizontales, ont, sans doute, été bien différentes des refoulements qui ont présidé à la formation des chaînes de montagnes et des ploiements.

Des expériences actuellement en cours montrent que dans un même appareil et suivant les circonstances, les gaz déterminent, soit des perforations, soit des poussées ou *jets* de masses solides, auxquelles ils ont fait acquérir une véritable plasticité. Elles apprennent comment ces gaz à haute pression, emprisonnés dans un réservoir clos, sans faire le moindre bruit, sans se dégager au dehors, en un mot, sans révéler aucunement à la surface leur nature gazeuse, peuvent, par une sorte d'action latente, pousser violemment au dehors, en préominences arrondies, des masses tantôt grossièrement coniques, tantôt en forme de cloches, qui ont leurs analogues dans la nature.

C'est donc à des pressions du même caractère que celles d'où dérivent les canaux de sortie de ces roches ou diatrèmes, qu'il paraît légitime de rattacher, comme à leurs causes, les énergiques transports verticaux dont il s'agit.

Abstraction faite des frottements contre les parois des cheminées, on peut évaluer, avec une grossière approximation, la puissance nécessaire pour faire monter ces masses jusqu'aux hauteurs qu'elles atteignent au-dessus de la surface du sol.

Quand même l'on supposerait qu'elles ont été apportées de plusieurs dizaines de kilomètres de profondeur, la pression, alors mise en jeu, n'est sans doute pas hors de rapport avec celles que les explosifs permettent de réaliser expérimentalement. Du coton-poudre ou de l'acide picrique, à la densité de chargement de 0,5, produirait une pression de 9000 à 9600 kilogrammes par centimètre carré. Avec un chargement à la densité de 0,6, les appareils dont nous disposons ordinairement éclateraient; mais en appliquant la loi observée par des pressions moindres, ce dernier chargement conduirait à une pression de 14400 kilogrammes par centimètre carré. Si le degré de résistance des parois de nos éprouvettes apporte une limite à de telles expériences, il n'en est pas de même dans les profondeurs de l'écorce terrestre. Une rupture soudaine des

parois rocheuses amènerait, avec une expansion des fluides intérieurs, des transports de roches, ainsi que des vibrations sismiques.

D'ailleurs, une fois, ouvert, comme il l'est dans les volcans en activité, le canal doit fonctionner à la manière d'une soupape de sûreté et prévenir en général des accumulations de forces aussi énergiques que celles qui, originairement ont déterminé l'ouverture de la diatrème elle-même et la poussée de cônes trachytiques ou autres. Toutefois ces forces restent encore assez considérables pour faire comprendre ce qu'elles ont pu être, avant que l'appareil fût désarmé par un orifice permanent.

Enfin la succession des éruptions, avec des intermittences diverses, témoigne de la longue durée de la puissance motrice renfermée dans les réservoirs internes, peut être due à un mode d'alimentation qui le recharge, après un appauvrissement, ainsi que j'ai cherché autrefois à le montrer (1).

Bien que la hauteur des dômes de trachytes et d'autres roches éruptives récentes soit des plus variables, depuis le niveau de la mer et au-dessous, jusqu'à l'altitude de près de 7000 mètres qu'atteint l'Aconcagua, cependant il est très remarquable qu'un certain *assortiment* préside à leur distribution. Malgré l'association fréquente dans une même région, d'altitudes diverses, que l'on peut expliquer par des circonstances accessoires, les très grands sont localisés dans certaines régions ; les moyens en d'autres et les petits ailleurs encore.

Les volcans les plus élevés du globe, avec des hauteurs de 7000 à 6000 mètres, sont réunis dans les Cordillères du Pérou et de la Bolivie (Aconcagua, 6834^m (2) ; Gualatieri ou Sahama, 6990^m. Llullaillaco, 6000^m).

Plus au nord, dans la République de l'Equateur, sur le plateau de Quito, se dressent les seize gigantesques cônes volcaniques, déjà cités et qui se pressent sur 180 kilomètres seulement; ils présentent un exemple des plus remarquables de cette uniformité de taille. Dominés par le dôme superbe du Chimborazo, les principaux varient de 5900 à 5300 mètres : le Cayambe-Urcu, dont le sommet est exactement sous l'équateur (5919^m) ; le Cotopaxi, si régulier dans sa forme conique (5753^m) ; le Carguairazo, qui, depuis qu'il s'est partiellement écroulé, est réduit à une hauteur de 5740^m ; le Capac-

(1) Expériences sur la possibilité d'une infiltration capillaire, au travers des matières poreuses, malgré une forte contre-pression de vapeur : application possible aux phénomènes géologiques (*B. S. G. F.*, 2^e sér. t. XVIII, p. 193, 1864).

(2) Parmi les chiffres, parfois différents, proposés pour les altitudes d'une même montagne, j'ai cru devoir adopter de préférence ceux que donne l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

Urcu, qui, conserve encore 5520^m, après avoir subi le même sort ; les pyramides d'Ilinissa dont l'aspect rappelle aussi des ruines, 5315^m, et le Sanghay, sans cesse actif, à 5300^m.

Des similitudes du même ordre se retrouvent dans l'Amérique du Nord, sur le bord de l'Océan pacifique, au nord du Mont Shasta, en Californie (4402^m). Tels sont, entre les 45° et 48° degrés de latitude, dans la chaîne des Cascades : le Pic Hood (3421^m) ; le Mont-Saint-Helen (4000^m ou environ) ; le Mont-Rainier (3766^m) ; le Mont-Baker (3383^m). A un autre module appartiennent : le Mont-Brown (4876^m) et le Mont-Hooker (4784^m) ; puis, encore plus au nord, dans la Colombie Anglaise, le Mont Fair-Weather (4482^m) et enfin le Mont-Saint-Elie, situé vers l'inflexion brusque de l'Aljaska, avec cette même altitude (4568^m).

Dans l'ancien continent, comme conformité du même genre, nous voyons les cônes trachytiques du Savala (4814^m), du Kasbek (5043^m), de l'Elbrouz (5647^m) ; du Grand-Ararat (5157^m), altitudes voisines encore de celle du Demavend (5665^m). Non loin, un autre groupe, avec des hauteurs moindres, comprend le Mont-Argée (3841^m) ; le Sipan Dagh, près du lac de Van (3940^m) ; le Bingueul Dagh, près d'Erzeroum, dont le sommet est à 3752^m, et le volcan Tandareck (3832^m).

Dans la rangée de l'île de Java, longue d'un millier de kilomètres, il existe une centaine de pics volcaniques dont 45 sont des volcans actifs. A la suite du Semerou, 3729^m, le plus élevé de tous et la montagne sacrée par excellence, un bon nombre sont compris entre 3600 et 3000^m, comme le Idjen Raun (3330^m).

Parmi les volcans de l'île de Sumatra, qui rivalisent avec ceux de Java, M. l'ingénieur Verbeek en a signalé récemment quatre, sur une distance de 20 kilomètres, qui sont compris de 939^m à 715^m (1).

Les volcans des îles Sandwich sont des plus remarquables, non seulement par leur mode spécial d'activité, que Dana a si bien décrit à la suite de deux voyages d'exploration exécutés à un intervalle de 45 années (2), mais aussi par leur situation dans la grande dépression de l'Océan Pacifique. Les deux plus élevés d'entr'eux, le Mauna Loa et le Mauna Kea, situés dans l'île d'Hawai, et distants de 48 kilomètres, ont la même altitude, 4463^m et 4303^m.

Il importe d'ajouter que la mer avoisinant ces deux sommités grandioses présente des abîmes de 5000 à 6000 mètres de profondeur ; de sorte que les hauteurs de ces poussées volcaniques,

(1) *Sumatra's West-Kust*. Batavia 1883.

(2) On the volcanoes and volcanic phenomenas at the Hawaiian Islands, *American journal*, t. 33 à 37. 1887-1889.

comptées à partir du fond de la mer, seraient de plus de 10000 mètres.

Vers les latitudes boréales élevées, nous trouvons en Islande le Skaptar Ioekull, 1947^m ; l'Hecla, 1634^m ; et dans l'île de Jan Mayen, le Beerenberg, 2139^m de hauteur.

Aucune coïncidence dans les altitudes n'est plus remarquable que celle des deux magnifiques volcans découverts par Ross au milieu des glaces australes, par 70° de latitude. L'Erebus et le Terror sont aussi voisins hypsométriquement (3900^m et 3400^m) que géographiquement.

Ces similitudes de hauteur entre les volcans d'un même groupe sont d'autant plus dignes d'attention pour beaucoup de montagnes d'altitudes tout à fait exceptionnelles qu'elles paraissent déceler un lien de parenté entre ces cônes, bien que leur isolement à la surface du sol, et souvent leur éloignement mutuel, portent à les supposer tout à fait indépendants.

Grâce aux expériences relatives à la reproduction artificielle des diatrèmes, nous sommes à même de nous faire une idée de la raison possible de cette localisation d'altitudes diverses. C'est comme si chacune d'elles correspondait à une pression maxima, émanant d'un même réservoir infra-granitique, ou de réservoirs semblables, dont elle donnerait la mesure de pression, à la façon du tube d'un véritable manomètre à air libre.

Cette hypothèse nous permet en outre d'expliquer, et aurait même pu faire prévoir les divergences qu'on observe en chaque région. Deux causes différentes de ces écarts de hauteurs se laissent entrevoir, d'après les résultats des expériences.

Dans certains cas, l'affaiblissement de la pression proviendrait de pertes latérales ou *fuites* des gaz moteurs, que dans notre éprouvette manométrique et malgré des obturateurs soigneusement travaillés, il est si difficile d'éviter et qui ont dû se donner libre carrière dans la nature.

Non moins fréquemment, et par un procédé en quelque sorte opposé, les effets mécaniques ont pu être réduits, par suite de l'obturation automatique des canaux d'alimentation, obturation produite par le fait même des matériaux détritiques mis en mouvement. Ce serait analogue au résultat de plusieurs de nos expériences de perforation, notamment sur le gypse, où le canal de sortie ouvert par les gaz explosifs a été aveuglé, par suite de la rapidité avec laquelle les masses triturées se précipitaient. Se régénérant immédiatement en masses cohérentes, ces matériaux constituaient instantanément un bouchon imperméable aux gaz.

A part ces causes énergiques d'atténuation ou même d'annulation,

dans les poussées verticales, sortes de *ratés*, si l'on ose s'exprimer ainsi, il faut encore, pour comparer les hauteurs des cônes volcaniques, tenir compte des démolitions souvent considérables et très inégales, que ces cônes ont subies, soit par éboulements, soit par des écroulements sur elles-mêmes, comme on en a de mémorables exemples pour bien des montagnes, dans les Andes, à Java et ailleurs.

Remarquons, d'autre part, qu'à l'époque actuelle, pendant un laps de temps comparativement bien court, un même appareil volcanique offre des écarts non moins considérables dans les altitudes qu'atteignent ses diverses éruptions. Ainsi, à l'Etna, lorsque la lave, au lieu de jaillir vers la base, comme en 1603 ou en l'an 396 avant notre ère, s'élève jusqu'au voisinage du sommet, ainsi qu'il est arrivé pour l'une des trois bouches de 1832, elle manifeste des différences de niveau de plus de 2000 mètres.

C'est ainsi, pour le dire en passant, que l'on peut comprendre, malgré leur proximité mutuelle, les divergences de hauteurs des montagnes volcaniques de la Sicile et de l'Italie méridionale.

Les considérations qui précèdent s'appliquent aux roches volcaniques anciennes, pour lesquelles une tendance marquée vers l'égalité de niveau, se manifeste fréquemment.

Ainsi les proéminences phonolithiques et basaltiques qui, par centaines, hérissent le Mittelgebirge de la Bohême et lui donnent un aspect si singulier, offrent la forme de cônes à bases grossièrement circulaires, dont les altitudes prédominantes avoisinent 700 mètres.

La France nous présente un fait rentrant dans cette catégorie, qui n'est sans doute pas l'effet du hasard et qui, jusqu'à présent, ne paraît pas avoir été interprété. Les deux massifs du Mont-Dore et du Cantal, malgré leur indépendance à la surface du sol, obéissent comme à une discipline et mesurent la même hauteur : 1886 m. et 1858^m. Serait-ce par hasard qu'à plus de 30 kilomètres de distance, la sommité de notre troisième grand massif volcanique, le Mezenc, participerait, à peu près, à la même altitude, 1754 m. ?

Selon leur degré de consistance, lors de leur arrivée sur le sol, les roches éruptives ont pris des formes différentes. Tantôt, lorsqu'elles étaient de nature basaltique ou qu'elles étaient particulièrement chaudes, elles se sont épanchées et superposées en coulées ou nappes, sous des formes très surbaissées, comme à l'Etna ou au Mauna Loa ; tantôt, à peu près solides, ainsi qu'il est arrivé souvent pour les trachytes, la roche s'est dressée fièrement en protubérances à pentes beaucoup plus fortes ; le Puy-de-Dôme, le pic de Ténérife, l'Ararat, le Cotopaxi, le Fousi-Yama et d'autres innombrables montagnes nous en offrent des exemples.

Dans un cas comme dans l'autre, que la montagne volcanique ait été l'objet d'entassements successifs ou qu'elle soit le résultat d'une poussée unique, les masses qui émanaient d'un même réservoir souterrain, c'est-à-dire qui cédaient à une même pression, ont dû avoir une tendance à se niveler.

Tels sont les cônes de travertin de Hamman-Meskoutine, dont chacun, comme on sait, s'exhausse graduellement, jusqu'à ce que la source n'ait plus assez de pression pour dépasser le niveau général : sous une forme aqueuse, ces cônes nous donneraient une idée du phénomène igné.

Les masses éruptives en conformité d'altitude paraissent souvent différer par leur âge, mais on conçoit que, pendant de longs laps de temps, les pressions motrices des laboratoires souterrains aient pu persister ou s'alimenter dans des conditions similaires.

Bien que très variées dans leur nature lithologique et dans les formes qu'elles ont prises à la surface du sol, les éruptions auxquelles les diatrèmes ont servi de canaux, — qu'il s'agisse de dômes, ou de coulées — ont entre elles un lien de famille qu'expliquent les expériences. Aussi, paraît-il commode, pour des considérations générales, telles que celles qui viennent de nous occuper, de désigner l'ensemble de ces masses éruptives par une dénomination unique etcosmopolite. Le nom d'*ecphysème* (1) qui, dès l'antiquité désignait une « chose rejetée par un souffle » et que le dictionnaire d'Hesychius définit ainsi « pierres sortant de la terre et dominant le sol » paraît fait à souhait pour l'ensemble des matériaux que nous avons en vue (2).

» Les diatrèmes se présentent à la surface de la Lune avec une abondance incomparablement plus grande que sur la Terre, et il est intéressant de noter aussi, pour les aspérités isolées, une sorte de classement géographique, suivant les altitudes. Ainsi, les plus élevés que l'on connaisse à la surface de notre satellite, sont situés dans le voisinage du pôle austral (mont Dœrfel, 7600^m; mont Casatus, 6956^m; mont Curtius, 6769^m; montagne annulaire de Newton, 7264^m). (3) »

Dans la Lune, comme pour la Terre, nous trouvons des manifestations de *poussées verticales, produites par des explosions de fluides élastiques émanant d'actions internes*. Plusieurs des conclusions

(1) Du mot grec *ἐκφυσημα*.

(2) D'après les renseignements que je dois à l'obligeance de mon savant confrère M. Croizet, une « chose rejetée par un souffle » et que le dictionnaire, d'Hesychius définit ainsi « pierres sortant de la terre et dominant le sol ».

(3) Amédée Guillemin, *Le Ciel*, 5^e édition, p. 358.

auxquelles nous avons été expérimentalement conduit sur la perforation des diatrèmes à travers l'écorce terrestre et la sortie des masses qui en ont débouché peuvent être applicables à certains traits de l'écorce lunaire.

OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES.

FUSION, ÉTONNEMENT ET AUTRES EFFETS DE LA CHALEUR INSTANTANÉE, PRÉSENTÉS PAR DIVERSES SUBSTANCES NATURELLES OU ARTIFICIELLES, TELLES QUE LE GRANITE, LES VERRS ET LES MÉTÉORITES.

Dans les expériences dont il s'agit, malgré l'extrême rapidité de leur action sur les roches, les gaz déterminent, en général, une fusion sur les surfaces qu'ils lèchent. Il ne faut pas oublier, en effet, que leur température est d'environ 2500° au moment de l'explosion.

A la surface du granite, le feldspath se fond en globules blancs, ressortant en saillie, ainsi que les lamelles de mica qui ont été ramollies. Quant aux grains de quartz qui, nécessairement, ont résisté à la fusion, ils paraissent creusés, comme par une érosion, rappelant un peu celle qu'y produirait de l'acide fluorhydrique. L'échauffement brusque de leur surface, en déterminant une dilatation très inégale, détache des esquilles comme par une sorte d'étonnement. C'est un fait analogue à ce qui s'est produit dans des expériences où j'ai perforé le quartzite, à l'aide du chalumeau au gaz hydrogène et oxygène (1).

Sur les parois des fissures de la fonte qui donnent passage aux gaz, on a obtenu des bourrelets annonçant un ruissellement de la matière fondue, et qui, pour ainsi dire, dessinent le trajet du courant érosif. Ce résultat est comparable à ceux que présente la croûte de beaucoup de météorites, surtout de celles dont la masse admet des feldspaths ou d'autres minéraux fusibles.

Des gouttelettes transparentes, ressemblant à une sorte de rosée vitreuse, couvrent les surfaces du verre et du cristal soumis au gaz de l'explosion. Cette rosée est composée de petits globules, réunis entre eux par une substance qui est transparente et remplie de myriades de bulles gazeuses ; cette sorte d'écume agit faiblement, en quelques parties, sur la lumière polarisée, sans doute à la suite de la trempe qu'a subie cette pellicule externe.

En certaines portions (fig. 20), cette matière est striée d'une façon

(1) *Annales des Mines*, 5^e série, t. XIX, p. 23; 1861.

remarquable, parfois avec une disposition *pennée*, qui tient au moulage des sillons creusés dans le cristal par le passage des gaz. Les surfaces d'éclatement du cristal présentent, en effet, des configurations très singulières. En quelques points se montrent des

Fig. 20.



Surface d'éclatement de cristal présentant, par suite du contact des gaz explosifs, des sillons et des rigoles suivant une disposition pennée. — Grossissement de 35 diamètres.

polygones juxtaposés (fig. 21), à la façon des cellules d'un gâteau de miel, dont la dimension moyenne est de $1^{\text{mm}}5$, polygones se présentant comme les bases de pyramides concaves, à faces courbes et très surbassées. A leur sommet se présente très fréquemment une sorte d'ombilic ou dépression hémisphérique très singulière.

Contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les nombreux fragments en lesquels ces cylindres de verre et de cristal ont été

Fig. 21.



Surface d'éclatement de cristal, présentant des polygones juxtaposés, bases de pyramides concaves. — Grossissement de 3 diamètres.

réduits ne présentent pas d'indice de double réfraction : on en doit conclure qu'ils n'ont pas subi de trempe, bien qu'il y ait eu des effets de fusion superficielle et d'étonnement ; sans doute l'action de

la chaleur a été trop rapide. C'est peut-être pour la même cause que le quartz perforé a conservé sa double réfraction normale, d'après l'examen que M. Des Cloizeaux a bien voulu en faire.

Pour les météorites, l'injection des gaz y a déterminé un aspect tout nouveau. De toutes parts, la roche s'est noircie et, non seulement à sa surface, mais dans des parties très profondes. En d'autres termes, il s'y est développé des veines noires, du même genre, d'ailleurs, que celles dont la pierre était déjà pourvue, mais bien plus larges et en bien plus grand nombre.

Des lames minces coupées en diverses directions et étudiées au

Fig. 22.



Coupe de le météorite de Pultusk, montrant les veines noires, produites dans la roche par le contact des gaz chauds. — Grossissement de 35 diamètres.

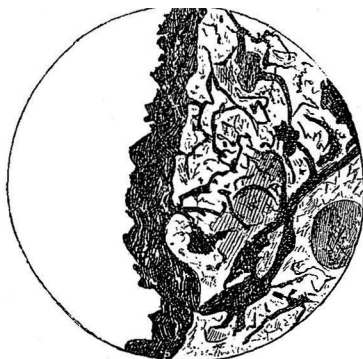
microscope montrent (fig. 22) que ce noircissement est *identique* à celui que détermine l'application de la chaleur rouge sur la roche météoritique. On peut en résumer tous les caractères en disant que la substance, d'abord grise, qui fait le fond des pierres des types les plus communs, s'est transformée dans la substance noire qui fait le fond des pierres de Tadjera et de Koursk, conformément aux résultats antérieurement signalés par M. Stanislas Meunier.

Au point de vue de la forme des zones noires artificiellement produites, l'expérience fournit des documents nouveaux.

Ainsi, chacune des parois d'une même fissure noircie est pourvue d'une marge noire, bien plus nettement délimitée qu'on ne l'a jamais constaté dans les météorites naturellement marbrées. Cette circonstance vient sans aucun doute de ce que l'échauffement, lors de l'explosion expérimentale, est beaucoup plus subit et moins prolongé qu'il ne l'a été dans la nature.

Mais cette différence si sensible pour les marbrures se change en identité pour l'écorce externe, et l'on peut dire avec assurance que le cylindre de la pierre de Pultusk soumis à l'explosion a

Fig. 23.



Coupe de la météorite de Pultusk montrant la reproduction, sous l'action des gaz chauds, de la croûte noire caractéristique de la surface naturelle des météorites. — Grossissement de 35 diamètres.

procuré (Fig. 23) la première reproduction artificielle de la croûte noire des météorites. Celle-ci, comme on sait, consiste avant tout en matériaux noircis, mais non fondus, de sorte que les météorites entièrement noires, comme celle de Tadjera, ne possèdent jamais de croûte. En outre, dans la météorite naturelle, elle est nettement limitée à une profondeur qui témoigne de l'épaisseur de la zone où la chaleur développée pendant le trajet atmosphérique a vaincu le froid, dont la masse cosmique était comme imprégnée. La soudaineté du coup de feu dans l'éprouvette a reproduit des conditions parallèles, et tous les caractères de la croûte se trouvent ici exactement imités.

L'excessive vitesse des filets gazeux subitement engendrés par les explosifs explique aisément l'énergie des effets calorifiques produits en quelques dix-millièmes de seconde et qui viennent d'être successivement décrits dans ce paragraphe.

CONCLUSION.

La longue série des faits qui viennent d'être exposés, en témoignant de l'incomparable puissance des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et de mouvements fort rapides, justifie

l'application qu'on en peut faire à divers chapitres de l'histoire du globe.

L'ouverture des canaux perforés ou diatrèmes, qu'ils soient diamantifères, volcaniques ou autres; le concassement des roches; leur régénération par une apparente plasticité, sous l'influence d'efforts mécaniques, ainsi que leur écoulement; le transport de leurs débris, menus fragments et poussières; leur arrivée en masse jusqu'à la surface du sol et souvent bien au-dessus, ne représentent peut-être pas toutes les directions où la nouvelle méthode expérimentale pourra s'appliquer, et ce qui a été dit des météorites montre déjà qu'elle peut s'attaquer à un domaine plus vaste encore que celui de la Terre.

Pour les cheminées des diverses catégories, examinées plus haut, diamantifères, volcaniques ou injectées de roches éruptives, il y a lieu d'insister sur leur fréquence dans l'écorce terrestre et sur leur gisement en très grand nombre dans certaines régions, où c'est par centaines qu'on peut les compter, et sans préjudice de la parenté des laboratoires d'où elles émanent. Et il faut ajouter que, lors même qu'elles sont peu distantes entre elles, elles se montrent indépendantes les unes des autres, quant au mécanisme de leur percement.

Non moins que les manifestations volcaniques elles-mêmes, les phénomènes qui nous occupent témoignent bien éloquemment de l'existence d'une haute température dans les régions internes du globe.

Le contraste est frappant entre les formes habituelles de rupture de l'écorce terrestre et les diatrèmes. La disposition linéaire dans l'orientation et le parallélisme, qui sont les traits dominant des premières, qu'il s'agisse de plissement ou de cassures (paraclasses ou diaclases), n'appartiennent pas essentiellement aux dernières. C'est comme un reflet d'un contraste complet dans les causes originelles. Tandis que les *dislocations linéaires* dérivent plus ou moins directement de pressions *horizontales*, de refoulements de l'écorce du globe, concomitants à la contraction de ses parties internes, les *dislocations topiques* ou diatrèmes, au contraire, sont, comme on vient de le voir, le résultat d'efforts concentrés sur un *point unique*, de *poussées verticales* de masses gazeuses, douées de fortes pressions et animées de très grandes vitesses : une sorte de coup de canon, dont l'âme serait une diatrème qui viserait le zénith.

SUR LE SILURIEN INFÉRIEUR DANS LES COËVRONS (1)

par M. D.-P. OEHLERT.

Dans une courte note publiée en 1889 (2), nous avons indiqué à grands traits la constitution géologique de la chaîne des Coëvrons et celle de la Charnie, régions situées en partie dans le département de la Mayenne, en partie dans celui de la Sarthe, et placées à la limite orientale du massif armoricain, là où les couches paléozoïques disparaissent sous les dépôts secondaires. Nous appelions l'attention sur le développement particulièrement intéressant et exceptionnellement complet du Silurien inférieur et sur l'intercalation de brèches porphyriques et de tufs, au milieu de sédiments marins très épais, à faciès très variés, faisant espérer que la faune primordiale, dont la découverte est si impatiemment attendue dans l'Ouest de la France, pourrait être trouvée dans cette région.

Nos conclusions, ou plutôt l'ordre de succession des couches et l'assimilation que nous avons faite avec les assises des autres régions, n'ont pas été acceptées par l'un de nos confrères, M. Lebesconte, qui, le 3 novembre dernier, a envoyé à la Société Géologique une note dont le résumé parut immédiatement dans le Comptes-Rendus sommaire (3), mais dont la publication in-extenso, devait seule nous faire connaître les objections de l'auteur. Dans ce travail (4), dont nous venons d'avoir connaissance, notre contradicteur regarde comme erronée la comparaison que nous avons établie entre les dépôts des Coëvrons et les assises de Normandie; il reconnaît toutefois, que « la description, la composition et la superposition des couches indiquées sont rigoureusement vraies », et il conclut même, comme nous, « qu'on a chance de trouver la faune primordiale dans les assises des environs de Sillé. » Nous sommes heureux de voir que M. Lebesconte est arrivé au même résultat que nous, mais nous tenons à faire remarquer que c'est par une voie toute différente : en effet, son interprétation des faits ne concorde nullement avec la nôtre; de plus, il se base sur une

(1) Communication faite dans la séance du 2 février. Manuscrit remis le 2 mars.

(2) D.-P. Oehlert. Sur la constitution du Silurien dans la partie orientale de la Mayenne. *C. R. Ac. Sc.* 1889. 17 juin.

(3) *C. R. Som.* 3 Nov., 1890, p. 7.

(4) Lebesconte. Existe-t-il une série d'assises nouvelles entre les schistes rouges et le grès armoricain. *B. S. G. F.* 3^e sér. T. XIX, p. 15.

classification qui lui est toute personnelle et que nous ne pouvons admettre; enfin, nous devons ajouter que le bassin de Rennes, si complet qu'il puisse être, ne peut, malgré les descriptions détaillées qui en ont été données, fournir tous les termes de comparaison nécessaires et que l'on est obligé d'aller chercher ailleurs des équivalences qui n'existent pas dans l'Ille-et-Vilaine.

M. Lebesconte déclare que les schistes rouges ne se rencontrent pas aux environs de Sillé; cette première assertion a tout lieu de nous surprendre, car elle prouve que notre confrère considère les poudingues pourprés de la butte d'Oigny, comme équivalents des poudingues intercalés dans les schistes de Rennes; cependant, les schistes violacés et verdâtres qui, au sud de Sillé, alternent avec des poudingues dont la gangue bréchoïde-schisteuse empâte des galets assez gros de schistes, de grès et de quartz, forment une assise bien nette dont on retrouve tous les caractères dans les dépôts classiques de Clécy et de la Laize, en Normandie, et de Montfort, dans l'Ille-et-Vilaine. Or, ceux-ci sont supérieurs aux phyllades de Saint-Lô et aux schistes de Rennes, sur lesquels ils reposent en discordance ou en transgressivité et constituent un horizon très net et très continu que l'on suit jusqu'à Rouessé-Vassé et Voutré, suivant une ligne parallèle au chemin de fer. Ces mêmes dépôts se retrouvent à l'ouest de Coëvrons, à la butte de la Grippe, et ils réapparaissent au nord, sur le flanc de la colline du Mont du Feu, pour se rendre ensuite au Mont Rotu, et de là, vers Mont Saint-Jean. Ces couches n'ont aucun des caractères des poudingues intercalés à différents niveaux dans les schistes de Rennes; le faciès de ces derniers est tout spécial et leur allure très diverse; ils sont constitués par une pâte gréseuse, avec galets de quartz gras, généralement de petite taille, et se présentent sous la forme de dépôts locaux, sans continuité et n'ayant aucunement l'importance stratigraphique des poudingues pourprés. Dans la région des Coëvrons, si la discordance entre les couches d'Oigny et les schistes de Rennes n'a pas été constatée d'une façon précise, on peut, dans tous les cas, reconnaître que les deux dépôts ont des allures toutes différentes, et que le poudingue pourpré, base du Silurien inférieur, appartient au synclinal de la forêt de Sillé, qu'il entoure complètement, tandis que les schistes inférieurs en sont entièrement indépendants; ceux-ci se poursuivent, en effet, vers le nord-ouest, où ils constituent la plaine située entre Saintes-Gemmes-le-Robert et Evron, et qui est limitée au nord par les buttes granitiques de Montaigu et de Rochard. De plus, on constate que si les poudingues s'appuient au sud sur les schistes de Rennes, au nord des

Coëvrons, du côté de la Médière et du Mont du Feu, ils sont adossés à un massif granitique dont la venue a dû avoir lieu entre les dépôts des schistes inférieurs (= schistes de Rennes) et ceux des conglomérats pourprés, puisqu'on constate des traces de métamorphisme au contact des premiers, et que, d'autre part, les poudingues adossés au granite débutent par des arkoses formées aux dépens de la désagrégation de cette roche.

L'assimilation que nous avons faite des conglomérats d'Oigny avec ceux de Clécy est encore confirmée par l'existence de puissantes assises de calcaires siliceux et magnésiens, gris et roses, surmontant les conglomérats comme dans la coupe de Clécy, comme dans la vallée de La Laize, etc. Depuis la publication de notre première note, nous avons pu, dans une course faite en commun avec M. Michel Lévy, comparer les conglomérats et les calcaires des Coëvrons avec ceux de la vallée normande, et nous avons reconnu entre eux une identité parfaite et ne laissant aucun doute, tant au point de vue du faciès que de leur place chronologique ; cette assimilation nous avait du reste paru toute naturelle et nous n'eussions jamais songé à voir dans les puissants dépôts calcaires de Sillé, Rouessé-Vassé, Voutré, Assé, Saint-Georges-sur-Erve, Saint-Pierre-sur-Orthe, la Bouexière, qui forment une ceinture autour des Coëvrons, l'équivalent des couches calcaires apparaissant dans les schistes de Rennes, et qui n'ont aucune importance ni par leur épaisseur ni par leur continuité. Dans la Charnie, on retrouve les mêmes calcaires que ceux des Coëvrons, ils sont du même âge et occupent la même place stratigraphique, c'est-à-dire qu'ils sont supérieurs aux conglomérats pourprés ; on les voit très développés entre Montsurs et Viviers-Torcé, formant une bande large et ininterrompue. Si ce niveau existait aux environs de Rennes, il se trouverait non pas dans les schistes inférieurs, mais au-dessus des poudingues de Montfort.

M. Lebesconte déclare ensuite que, dans les environs de Sillé « le grès armoricain repose directement sur les schistes de Rennes » ; nous avouons que nous avons peine à comprendre comment notre confrère est arrivé à ce résultat, et nous sommes même portés à croire que, dans son excursion aux environs de Sillé, il n'a pas dû rencontrer de grès armoricain ; en tous cas, cette assise n'existe pas dans la coupe qu'il décrit, de Saint-Pierre-sur-Orthe à Sillé, où l'on ne rencontre que les grès grossiers inférieurs, exploités pour pavés et formant la crête de la forêt ; ce sont encore eux qu'on retrouve, par suite du relèvement de leurs couches à l'est de Sillé, à la butte du Coq. Le grès armoricain n'est visible que

dans la partie la plus orientale de la forêt, dans les bois de l'Hôpital et de Pezé; là, il affleure en formant une crête gréseuse, parallèle à celle des grès inférieurs, mais très distincte de cette dernière dont elle est séparée du reste par des psammites, des brèches, des tufs porphyriques et des grès ferrugineux en plaquettes; le grès armoricain présente alors ses caractères minéralogiques habituels et sa détermination est, dans ce cas, d'autant plus certaine, qu'il est surmonté directement par des schistes avec fossiles de la faune seconde (*Orthis Budleighensis*); ces schistes se voient dans les talus de la route qui va de Pezé-le-Robert à Montreuil-le-Chétif, au point où celle-ci traverse la vallée de la Fontaine-Abry (1).

Par suite de l'erreur que nous venons de signaler, c'est-à-dire de l'assimilation du grès inférieur au grès armoricain, M. Lebesconte a été amené à placer les grès tendres à lingules au-dessus de ce dernier, alors qu'ils lui sont inférieurs.

Dans le bassin de Vitré-Laval, qui est d'ailleurs très distinct du synclinal des Coëvrons, tant par son allure générale que par la direction de ses couches, nous ne pouvons non plus admettre que le grès armoricain repose toujours directement sur les schistes de Rennes; en effet, ce grès, dont la direction est nettement indiquée par une crête très apparente orientée N. O., S. E., est bien en contact avec les schistes inférieurs jusqu'à Montsurs, mais au-delà, il s'en écarte brusquement et l'on voit s'intercaler entre ces deux dépôts de puissantes couches qui séparent le Précambrien du Silurien moyen et qui représentent d'une façon très complète le Silurien inférieur ou Cambrien; comme dans les Coëvrons, ce dernier étage commence par des conglomérats pourprés, auxquels succèdent les calcaires d'Evron, puis les grès de Livet et de Sainte-Suzanne, surmontés par des brèches et des psammites, au sommet desquels apparaît le grès armoricain. Cet ensemble forme une bande de plus de 8 kilomètre de large entre Evron et Saint-Léger, de telle sorte que nous pouvons encore admettre que, dans cette région, le grès armoricain repose sur les schistes de Rennes; de plus nous constatons entre la base du Cambrien et le Précambrien, sinon une discordance dont l'existence pourrait échapper par suite de l'absence de tranchées et de coupes nettes, tout au moins une transgressivité, rendue évi-

(1) Dans la carte géologique de la Sarthe au $\frac{1}{100000}$, M. Guillier a considéré ces schistes comme cambriens (= Schistes de Rennes, Précambrien). Leur position anormale contre le grès armoricain et les couches à *Calymene Tristani* et à *Cardiola interrupta* y est expliquée par une faille dont nous n'avons pas constaté l'existence.

dente et indéniable par l'allure des couches et la distribution des dépôts.

M. Lebesconte, en plaçant les dépôts marins et les brèches des Coëvrons au milieu des schistes de Rennes, a affirmé qu'« ils contiennent les mêmes roches éruptives que M. Barrois a signalées dans les mêmes terrains du Trégorrois. » Nous ferons tout d'abord remarquer que jusqu'ici les Coëvrons n'ont pas fourni de roches éruptives interstratifiées, et que les diabases et les porphyrites qui apparaissent dans cette région, se présentent sous forme de filons ou de pointements; il en est de même de la microgranulite de Sillé. Pour ce qui est des brèches pétrosiliceuses, elles ont tous les caractères des roches sédimentaires, et ne peuvent dans aucun cas être confondues avec des roches éruptives. Quant à l'âge des couches du Trégorrois, il a été remis en question par M. Barrois (1), et ne nous paraît pas encore définitivement établi. Nous préférons donc comparer les couches pétrosiliceuses des Coëvrons aux assises de même nature, que M. Bigot vient de signaler à l'est de la forêt de Monnaye, près de la lande de Goult (2); ce dépôt, qui est intercalé entre les conglomérats pourprés et le grès armoricain, occupe en Normandie la même place que dans les Coëvrons.

Ces considérations nous conduisent donc tout naturellement à maintenir notre première interprétation, malgré les objections de M. Lebesconte. Nous ne pouvons donc admettre avec lui : 1° que les schistes rouges (= Schistes lie-de-vin et conglomérats pourprés), n'existent pas aux environs de Sillé; 2° que les poudingues et les calcaires soient les équivalents des dépôts analogues intercalés au milieu des schistes de Rennes; 3° que, dans la région des Coëvrons, ces dépôts occupent une place variable dans l'assise des schistes inférieurs (Précambrien) et que le poudingue soit parfois supérieur au calcaire; 4° que cette dernière assise se retrouve jusqu'au milieu des grès inférieurs; 5° que les psammites à Lingules soient supérieurs au grès armoricain; 6° enfin que ce même grès armoricain repose *directement* sur les schistes de Rennes.

M. Lebesconte a été amené, croyons-nous, à écarter toute comparaison avec la Normandie et l'Angleterre et à assimiler, au contraire, les différents niveaux des Coëvrons avec ceux des environs de Rennes, par suite de l'application d'un principe, vrai d'ailleurs, mais dont il nous semble avoir singulièrement exagéré les consé-

(1) Barrois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 1888, t. XV, p. 240. et t. XVI, p. 6. — Barrois (in Gosselet). *Hundsrück et Taunus. Ann. Soc. Géol. Nord*, 1890, t. XVII, p. 338.

(2) Bigot. Constitution et allure des Terrains Anciens dans le Sud du département de l'Orne. *Bull. Soc. Lin. Norm.* Nov. 1890, et *Bull. Lab. Géol. Caen*, 1890, t. I, p. 3.

quences. Il pense en effet que, par suite des plissements survenus à diverses époques dans le massif armoricain, il s'est formé une série de bassins subparallèles, dans chacun desquels les dépôts d'âge semblable offrent entre eux une étroite ressemblance, tandis que ces mêmes dépôts revêtent des caractères tout différents, sitôt qu'on passe dans un bassin adjacent (1). Nous pouvons invoquer contre cette manière de voir la similitude de faciès si frappante qu'on observe entre les diverses assises du Silurien moyen et du Silurien supérieur de ces différents bassins, et la ressemblance si remarquable qu'on retrouve entre les dépôts dévonien du même âge, en Normandie, dans le Maine et dans l'Anjou, et nous pourrions ajouter que, dans un même synclinal, les faciès des deux bords présentent parfois entre eux plus de dissemblance, que deux dépôts de même âge pris dans deux bassins distincts. Croyant donc qu'il faut avant tout chercher à établir une série chronologique d'assises avec les données fournies par un seul bassin, M. Lebesconte a entrepris l'étude de l'un d'entre eux, celui de Rennes, dont il a exploré avec le soin le plus minutieux la partie occidentale, voulant y voir un schéma complet et sans hiatus, auquel doivent être rapportées toutes les découvertes faites sur d'autres points du même synclinal. Or, comme il n'existe pas de couches calcaires au-dessus des conglomérats de Montfort, l'auteur en a conclu que les calcaires de Sillé étaient équivalents des couches calcaires des schistes de Rennes et, par suite, a considéré les poudingues d'Oigny comme occupant une place analogue.

Si cette seconde note, plus détaillée que la première, peut apporter au sujet de nos assimilations des preuves plus convaincantes, et qui amènent notre confrère à une opinion que nous serions heureux de lui voir partager, il resterait cependant un point sur lequel nous différerions encore; car, s'il reconnaît avec nous que le conglomérat d'Oigny appartient au même horizon que celui de Clécy et de Montfort, on voit, en se reportant à sa classification, que ce serait non pas la faune primordiale, mais bien la faune seconde qu'il devrait trouver aux environs de Sillé. M. Lebesconte a, en effet, établi pour le Silurien une classification toute particulière et que nous ne pouvons accepter. Si nous nous reportons à ses travaux antérieurs; — travaux que sa nouvelle note n'a nullement modifiés, — nous voyons que les schistes lie-de-vin et les poudingues pourprés qu'il avait primitivement (1881) séparés, avec juste raison,

(1) Lebesconte. Assises siluriennes de Bretagne. *B. S. G. F.*, 3^e série, T. XVII, p. 622. 1889.

de l'assise des grès armoricains, sont maintenant (1886, 1889, 1890) réunis par lui à cet horizon, et placés par suite dans la faune seconde; comme conséquence naturelle, les *schistes de Rennes* et les *phyllades de Saint-Lô* étant situés au-dessous des poudingues de Clécy et de Montfort, représentent pour lui le Silurien inférieur (Cambrien), dans lequel il a trouvé une faune primordiale toute spéciale et fort énigmatique. Nous avouons que, d'après les descriptions et les figures données par l'auteur, nous n'osons le suivre dans l'étude et la détermination des *Montfortia* et des *Neantia*.

Pour rapprocher les schistes rouges et les poudingues pourprés du grès armoricain et les placer dans la faune seconde, M. Lebesconte s'est appuyé sur le « passage graduel entre les couches de ces deux assises » et sur ce que « tous les fossiles des schistes rouges se retrouvent dans le grès armoricain, ce qui ne saurait exister si ces deux assises étaient éloignées l'une de l'autre par de nouvelles couches. » La première raison invoquée par notre confrère nous paraît tout à fait insuffisante, attendu que ces deux dépôts sont souvent séparés par d'autres assises et que, alors même qu'ils sont directement superposés l'un à l'autre, on ne peut arguer de cette succession immédiate pour les placer dans un même étage.

Nous préférons donc, en attendant la découverte d'une faune trilobitique concluante, admettre, avec la plupart des géologues, que les conglomérats pourprés constituent la base du Silurien inférieur ou Cambrien, et que la faune primordiale doit être cherchée entre cette dernière assise et le grès armoricain. Cette opinion est du reste plus qu'une simple hypothèse, si l'on se reporte aux découvertes faites en Angleterre et remises en lumière par M. Bigot, qui a montré tout le parti qu'on pouvait en tirer pour comparer les différents bassins du massif armoricain entre eux et avec les couches du même âge en Angleterre. C'est en nous basant sur cette classification que nous avons été amenés à dire que la région des Coëvrons et celle de la Charnie nous paraissaient tout particulièrement favorables à la découverte de la faune primordiale, par suite du développement exceptionnel des couches cambriennes et de leurs faciès si variés.

NOTE SUR LE CAILLOUTIS A OSSEMENTS
DE LAMANTINS DE GOURBESVILLE (MANCHE) (1),

par M. A. de LAPPARENT

Parmi les particularités géologiques du sol français, il en est peu qui soient plus intéressantes que la constitution spéciale de la portion du Cotentin, qui est aujourd'hui occupée par les estuaires de la Douve, de la Sèves et de la Taute, entre Carentan, Saint-Sauveur-le-Vicomte et Valognes. Depuis l'aurore des temps liasiques, ce territoire n'a cessé de former un golfe, où la mer est revenue à bien des reprises, mais presque toujours dans les mêmes limites et sans que sa surface éprouvât des variations de niveau très sensibles. Il est peu de points sur le globe qui plaident plus éloquemment en faveur de la stabilité générale du niveau des mers, et l'on se souvient peut-être de l'argument que nous en avons tiré, il y a quelques années, contre les théories de M. Suess, spécialement contre l'hypothèse de grands effondrements qui auraient entraîné, depuis l'époque secondaire, des abaissements de la surface océanique capables d'atteindre, au total, plusieurs milliers de mètres.

Nous n'avons pas l'intention de rouvrir ce débat devant la Société géologique, et c'est aujourd'hui une pure question de stratigraphie, relative aux dépôts tertiaires du golfe, qui va nous occuper.

Les plus anciens auteurs qui se soient adonnés à la géologie du Cotentin avaient constaté l'existence, dans le pays plat qui sépare la Douve de son affluent le Merderet, d'un dépôt de cailloux avec ossements de mammifères. M. de Gerville ayant signalé ce dépôt à l'attention de Desnoyers, ce dernier, dans son *Mémoire sur la craie et les terrains tertiaires du Cotentin*, inséré en 1825 dans les *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris*, y reconnut, avec sa sagacité habituelle, « un terrain plus moderne que l'éocène. » Les ossements, disait-il, « me semblent appartenir à des lamantins, surtout les côtes pleines et solides, très analogues à celles qu'on trouve si fréquemment dans les terrains tertiaires du bassin de la Loire. »

Pendant, en 1870, Bonissent, dans son *Essai géologique sur le département de la Manche*, imagina de réunir le cailloutis ossifère

(1) Communication faite dans la séance du 2 mars. Manuscrit déposé le même jour.

au diluvium. Parlant des dépôts quaternaires du plateau d'Orglan-des, il dit (p. 379) : « Le fond de ces dépôts est, pour ainsi dire, en grande partie, tapissé de galets et d'ossements roulés de mammifères pachydermes ou de cétacés du genre Lamantin. »

Cinq ans plus tard, en 1875, M. G. Dollfus, décrivant, en collaboration avec M. Vieillard, les *Terrains tertiaires et crétacés du Cotentin*, se rangeait à l'opinion de M. Bonissent. Il ajoutait même, parlant du plateau d'Orglan-des : « On rencontre fréquemment des ossements dans le gravier quaternaire : nous en avons ramassé un certain nombre, et nous avons étudié ceux recueillis par M. Bonissent. Si nous n'avons pu malheureusement déterminer aucune espèce avec certitude, c'est par suite du mauvais état de conservation des échantillons, qui sont tous tellement roulés qu'ils deviennent méconnaissables ; on voit cependant que les plus abondants appartiennent à des os longs ou plats de ruminants et de jumentés ; on voit aussi des molaires de *Bos*, mais dans un état de conservation déplorable ».

Tel était l'état de la question quand M. Vasseur fit paraître, en 1881, son travail sur les *Terrains tertiaires de la France occidentale*. L'auteur avait été assez heureux, deux ans auparavant, pour traverser Gourbesville au moment où une rectification du chemin vicinal conduisant à Fresville venait d'entamer, sur six cents mètres de longueur, un terrain que son absence de relief rendait trop souvent inaccessible à l'observation. M. Vasseur y reconnut, depuis le presbytère de Gourbesville jusqu'à la ferme des Blazots, un sable argileux *pliocène*, très riche en fossiles, notamment en *Nassa prismatica*, et ce sable était *superposé*, au niveau même de la route, à un cailloutis contenant de nombreux ossements d'*Halitherium*.

Ainsi, à la faveur d'une excavation artificielle qui rendait toute erreur impossible, la question se trouvait de nouveau tranchée conformément à la détermination primitive de Desnoyers. M. Vasseur s'assurait, en outre, que le cailloutis ossifère reposait sur un calcaire lacustre, perforé par des pholades et renfermant des limnées et des potamides. Il reconnaissait dans ce calcaire, superposé aux faluns éocènes de la région, un dépôt à peu près contemporain du gypse parisien.

A une époque où la recherche des phosphates pour l'agriculture est devenue aussi active qu'elle l'est de nos jours, il était difficile que le gisement de Gourbesville n'attirât pas, à ce point de vue spécial, l'attention de quelque explorateur. C'est ainsi qu'en 1882, le gisement fut étudié par M. Merle, l'ingénieur qui partage avec M. Poncin le mérite d'une trouvaille devenue, pour le département

de la Somme, la source de grands profits; nous voulons parler de la constatation de la richesse en acide phosphorique des sables de Beauval, sables subordonnés à une craie où Buteux, dès 1882, et M. de Mercey, quelques années plus tard, avaient signalé la présence du phosphate de chaux.

Ces premières explorations n'eurent pas de suites immédiates. Ce n'est qu'en 1890 que les recherches furent reprises par M. Merle, avec le concours de MM. Dior, de Granville. Appelé, dans les derniers jours du mois de février 1891, à prendre acte du résultat des travaux exécutés, j'ai été à même de recueillir, sur le terrain, des données de quelque importance, dont je crois devoir entretenir la Société géologique. Ces données se rapportent aux environs immédiats de Gourbesville, ainsi qu'au plateau que traverse la ligne séparative de cette commune et de celle d'Orglandes.

Le premier résultat qui se dégage de l'inspection des fouilles est la confirmation absolue de ce qu'avait observé M. Vasseur. Partout, sauf dans les parties basses, où il a été mis à nu par l'érosion, le cailloutis ossifère est recouvert en concordance par les sables fossilifères du Pliocène. A Gourbesville, ces sables sont de menus graviers, avec nombreux fragments de coquilles. Ils ont de 0^m60 à 0^m70 et leurs lits inférieurs sont plus d'une fois agglomérés par un ciment, en petites plaquettes sans continuité. D'ordinaire les valves d'*Ostrea edulis* de petite taille abondent à la base de ces sables pliocènes. Les mêmes huîtres se retrouvent, dans la même position, sur le plateau d'Orglandes; mais les menus graviers sont moins nets; c'est plutôt un sable fin argileux, avec *Nassa*. Un sable gras fin, taché de jaune et de verdâtre, surmonte les sables fossilifères et les sépare du limon. Ce sable, parfois épais de 3 à 4 mètres, peut appartenir également au Pliocène; mais nous n'y connaissons pas encore de restes organiques.

Arrivons maintenant au cailloutis, dont l'épaisseur varie de 0^m20 à un mètre. Il est formé de cailloux roulés, parmi lesquels le quartz laiteux paraît très rare, et où l'on reconnaît les quartzophyllades les plus durs du Cotentin. Rarement la dimension des cailloux atteint la grosseur du poing. Il y a peu de galets bien réguliers et ovoïdes; néanmoins il est évident que ces cailloux, amenés à la mer par des cours d'eau, ont été ensuite ballotés par les vagues.

Laissant de côté, pour un instant, les ossements mélangés au cailloutis, occupons-nous de ce que le débourage et le tamisage permettent d'y recueillir en fait de fossiles marins. Ce sont d'abord des valves assez usées d'*Ostrea edulis*, puis des spécimens très frais des genres *Pecten* et *Vulsella*; mais surtout d'assez nombreux échan-

tillons de *Terebratula grandis*. L'un de ceux que nous avons observés est encore pourvu de ses deux valves ; des serpules et des balanes sont adhérentes au test. Très certainement l'espèce a vécu dans la mer, sur le rivage de laquelle se formait le cailloutis de plage. D'ailleurs ce cailloutis, discordant avec son substratum, qui est le calcaire lacustre éocène, est, dans les seuls gisements explorés, ceux de Gourbesville et d'Orglandes, très régulièrement recouvert par les sables à *Nassa*, dont il n'y a aucune raison de les séparer. Aussi est-il difficile, pensons-nous, de mettre en doute l'âge *pliocène* du dépôt.

Même nous croyons qu'on pourrait, sans s'aventurer beaucoup, le paralléliser avec le conglomérat ferrugineux à *Terebratula grandis* de Saint-Georges de Bohon, sur le bord ouest de la Taute, conglomérat dont les auteurs avaient fait du Miocène, et que M. G. Dollfus, en raison de la faune, a restitué au Pliocène.

Mais la détermination d'âge, à laquelle nous venons d'être conduit, ne s'applique pas nécessairement à tout ce que contient le cailloutis, et notamment à la quantité vraiment remarquable d'os d'*Halitherium*, tous d'ailleurs considérablement usés, qu'on y rencontre. Nous avons soumis ces os au bienveillant examen de M. Gaudry, et c'est sous ses auspices que nous formulerons les conséquences qui découlent de la détermination des pièces. Les côtes sont énormes, quelques-unes ont plus de 0^m,60 de long ; avec elles, nous avons recueilli un arc neural et une tête d'humérus bien caractérisés. Malgré l'usure de ces restes, leur grande dimension, comme aussi l'aplatissement marqué de la section des côtes, s'accordent à indiquer *Halitherium fossile*, c'est-à-dire l'espèce des faluns de l'Anjou. C'est donc un animal *miocène*. Mais alors il ne peut exister qu'à l'état remanié, dans un dépôt que la fraîcheur des valves de *Terebratula grandis* suffit à maintenir dans le Pliocène !

La même conclusion se déduit de l'examen des nombreuses dents de squales que donne le lavage du cailloutis. Toutes sont extraordinairement usées et roulées, tandis qu'à deux pas, dans le falun éocène de Gourbesville, les dents de *Lamna* ont conservé leur tranchant et leurs pointes les plus délicates, ainsi que leurs plus menus ornements ; les dents du cailloutis, où se distinguent d'assez grands exemplaires d'*Oxyrhina plicatilis*, témoignent d'un long et rude transport. On ne peut dire autant de plaques palatales que nous nous avons trouvées, et dont l'une est celle d'un sélacien, tandis que l'autre appartient au curieux genre *Pharyngodopilus*.

Nous n'hésiterons donc pas à conclure que, si le cailloutis à ossements représente bien une plage de la mer pliocène, du moins

les lamantins et les squales proviennent d'un dépôt plus ancien, que cette mer a détruit. Ce qui a permis aux ossements d'*Halitherium* de si bien résister, c'est leur minéralisation avancée, conséquence de leur ancienneté; car ils datent de l'époque helvétique et, entre le moment où ces animaux ont vécu et celui où leurs débris roulés sont venus s'accumuler avec les cailloux, il s'est écoulé au moins le temps qui correspond à la formation des sédiments tortoniens.

En faveur de l'hypothèse d'une destruction de sédiments plus anciens, originairement déposés en bordure du golfe de Valognes, nous pouvons encore invoquer un autre fait. Parmi les produits du lavage opéré sous nos yeux, nous avons recueilli un fragment très net d'une ammonite liasique, qui nous a paru être une variété d'*Amm. spinatus* du Lias moyen. Or cet étage ne se voit plus aux environs d'Orglandes. Il a donc été détruit, et combien de sédiments plus jeunes, qui le recouvraient, ont dû être atteints avant lui!

Toutes ces raisons nous semblent bien péremptoires, mais en voilà une autre, celle-là tout à fait décisive. Notre exploration ayant été forcément de courte durée, nous avons demandé qu'on voulût bien nous adresser toutes les pièces intéressantes que les essais de lavage mettraient ultérieurement à découvert. A peine étions-nous rentré à Paris que la poste nous apportait une très belle dent, où M. Gaudry a reconnu, sans la moindre hésitation, une prémolaire supérieure d'un assez grand *Dinotherium*, au moins très voisin de *D. Cuvieri*.

Voilà donc confirmé l'âge helvétique du dépôt auquel la plage pliocène de Gourbesville et d'Orglandes a emprunté la plupart de ses éléments! Des faluns, contemporains de ceux de l'Anjou et du bassin de la Rance, ont existé dans le golfe du Cotentin, et si l'érosion les a fait disparaître de la bordure septentrionale du golfe, du moins leur existence est attestée à la fois par les lamantins marins et par les proboscidiens terrestres.

Ce n'est pas qu'il résulte de là, à proprement parler, l'acquisition d'un nouvel étage pour le Cotentin. Que la mer helvétique y eût pénétré, venant de la Rance et contournant la presqu'île de Cherbourg, nul ne le mettait en doute, et le tuf à bryozaires de Saint-Eny était déjà considéré par tous les auteurs comme un représentant des faluns de la Touraine. Il n'en est pas moins intéressant de retrouver, dans le golfe de Valognes, la trace bien plus nette encore, grâce aux genres *Dinotherium* et *Halitherium*, de la communication soupçonnée, et de pouvoir la rattacher à l'épisode spécial des faluns angevins.

Il reste à expliquer comment de bons observateurs ont pu être conduits à ranger dans le Quaternaire un dépôt aussi manifestement ancien. La chose ne paraîtra pas surprenante à quiconque connaît, pour l'avoir visitée, cette région si peu accidentée, divisée par de nombreuses haies en herbages, et recouverte par un limon épais, qui peut masquer, sous un même plateau, les affleurements les plus hétérogènes, de sorte que rien n'est plus ingrat que d'avoir à faire de la géologie dans un pays aussi uniforme. Il est certain qu'à Gourbesville même, la couche ossifère qui, dans cet endroit, n'a guère que 0^m,20 d'épaisseur, vient affleurer en quelques points près du lit des ruisseaux. Il est vraisemblable que là elle a pu subir par endroits un remaniement à l'époque quaternaire. Nous en trouvons la preuve dans une molaire de *Bos* qui avait été recueillie, avant notre arrivée, non dans les parties vierges du cailloutis, mais dans une ancienne exploration de surface. Et cette molaire était fossilisée, dans les conditions habituelles des ossements quaternaires. Aujourd'hui, grâce à des fouilles qui, sur le plateau d'Orglandes, atteignent jusqu'à six ou sept mètres de profondeur, aucune erreur n'est plus possible.

C'est, du reste, la destinée commune des gisements phosphatés, d'offrir souvent un mélange de fossiles très inégalement anciens. Dans le dépôt de plage de Gourbesville, à côté des ossements d'*Halterium*, tellement minéralisés qu'ils sont tout à fait compacts et rendent le même son que des silex, on trouve de petits corps ovoïdes, perforés de part en part, et entièrement transformés en phosphorite brune. Or ce sont manifestement des fossiles roulés, appartenant au genre *Conus* ou à quelque forme voisine. Avec eux se rencontrent de gros morceaux bruns, de forme très irrégulière, criblés de cavités, dont quelques-unes sont des trous de pholades bien reconnaissables. Dans la cassure, ces morceaux offrent, tantôt l'apparence d'un calcaire lacustre tantôt, celle d'une brèche à cailloux de diverses provenances. Nous y avons constaté qualitativement la présence d'une quantité très appréciable d'acide phosphorique, et il n'est pas douteux pour nous que ce ne soient des concrétions, nées de l'accumulation du phosphate de chaux autour de certains centres, dans des conditions analogues à celles des nodules phosphatés du grès vert. Nous rappelons ici que nous avons parlé plus haut d'une ammonite du Lias, transformée en phosphate. L'action a donc été assez générale. Néanmoins, comme les térébratules et les autres coquilles franchement pliocènes y ont complètement échappé, c'est à une époque antérieure au dépôt des cailloutis que doit remonter cette transformation. La mer pliocène n'a fait que remanier les

matières déjà minéralisées et opéré, en quelque sorte, la *préparation mécanique* des dépôts qui les contenaient.

Du reste, ce que nous venons de dire ne peut être considéré que comme un premier aperçu, résumant les idées qu'a fait naître en notre esprit l'examen des intéressantes fouilles exécutées par M. Merle et M. M. Dior. La poursuite de ces travaux ne peut manquer de mettre au jour de nouveaux faits, et les opérations de nivellement, qu'on a bien voulu nous promettre d'exécuter, pour mieux préciser l'allure du gîte, en éclaireront encore les relations stratigraphiques. Dès à présent, il est un fait que les constatations de M. Merle ont bien mis en évidence; c'est que la plage pliocène, entre Gourbesville et Orglandes, a été creusée dans les dépôts éocènes. En effet, sur la route qui réunit les deux villages à la traversée du plateau sur lequel se trouve leur limite commune, l'Éocène existe seul sous le limon et il faut s'écarter du chemin dans la direction du sud pour trouver, en profondeur, le cailloutis à ossements.

Comme l'avait dit M. Vasseur, au contact du cailloutis, le calcaire à paludines et à limnées est perforé par des mollusques. J'ai pu en recueillir, à Gourbesville, un morceau dont une cavité contenait encore les deux valves du lithodome qui l'avait creusée.

NOTE ADDITIONNELLE (1)

Depuis la présentation de la note qu'on vient de lire, j'ai reçu de nouveaux échantillons provenant du cailloutis de Gourbesville. Je citerai notamment un homoplate, un grand arc neural et plusieurs vertèbres d'un *Halitherium* de grande taille, et des dents de *Carcharodon*, dont une, de dimensions peu ordinaires, a sa pointe brisée et tous ses angles fortement arrondis. De plus en plus il est évident que les squales et les lamantins du cailloutis proviennent d'un falun miocène préexistant.

Un talon de molaire du *Mastodon angustidens* vient confirmer l'indication fournie par la dent de *Dinotherium*; ainsi un dépôt terrestre de l'âge des sables de l'Orléanais a dû être remanié en même temps que les faluns helvétiques.

Mais ce n'est pas tout; parmi les dents du dernier envoi, M. Gaudry a reconnu une molaire, extrêmement usée et roulée, de *Palæotherium magnum*. Il faut donc ajouter un épisode de l'âge

(1) Cette note a été présentée à la séance du 16 mars; une décision de la commission du Bulletin en a autorisé la publication à la suite de la note du 2 mars.

du gypse à ceux dont le golfe de Valognes a été le théâtre. Cette indication concorde absolument avec une détermination antérieure de M. Vasseur. On sait que notre confrère avait placé, au même niveau que le Gypse parisien, le calcaire lacustre à paludines, limnées et potamides, sur lequel repose le cailloutis de Gourbesville, et dont ce cailloutis contient souvent des morceaux roulés, perforés et en partie changés en phosphorite. Les précédents auteurs avaient attribué ce calcaire à l'Aquitanien, en le plaçant sur le même rang que le travertin de la Beauce. Il nous semble que la trouvaille d'un *Palæotherium* tranche définitivement la question dans le sens de M. Vasseur.

GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX
DES HAUTS-PLATEAUX DE LA TUNISIE (1),

par **M. Philippe THOMAS.**

(Pl. XII).

Lorsque, dès le début de mes explorations géologiques dans le Sud de la Tunisie (1885-86), je vis le beau développement que prenait l'Éocène inférieur dans ces régions, une remarque du savant et regretté ingénieur des mines, J. Tissot, me revint aussitôt à la mémoire. Dans sa *Notice géologique et minéralogique du département de Constantine* (2), on lit ce qui suit : « La relation constante du terrain suessonien avec les régions fertiles en céréales permet de penser que le phosphate de chaux y existe. La structure y est d'ailleurs fréquemment noduleuse. Des recherches seront faites à ce point de vue. On parviendra peut-être à trouver là un élément de trafic important, soit pour l'exportation, soit pour fertiliser certaines régions qui, comme la plaine de Bône, sont connues pour leur peu d'aptitude à donner des céréales... » Mais Tissot est malheureusement mort trop tôt pour réaliser les investigations qu'il s'était proposé de faire, lesquelles eussent, sans nul doute, été couronnées de succès ; il était réservé à la Tunisie, cet ancien grenier de Rome, de fournir la première démonstration de ses vues théoriques au sujet des phosphates éocènes. Je devais néanmoins rendre à sa mémoire cet hommage qu'il avait été le premier à en soupçonner l'existence. Ce n'est pas, d'ailleurs, à l'étage éocène seul que le sol de l'antique Byzacène a dû l'élément principal de son extraordinaire fertilité ; on verra plus loin que plusieurs de ses roches crétacées recèlent également le précieux minéral.

Par une première note insérée aux Comptes-rendus de l'Académie des Sciences du 7 décembre 1885 et présentée par M. le professeur A. Gaudry, j'ai fait connaître les riches gisements éocènes de phosphate de chaux que j'avais découverts, au printemps de la même année, sur les versants nord et sud de la chaîne occidentale de Gafsa. A l'appui de cette note, je donnai une coupe trans-

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 2 mars 1891.

(2) Paris, Exposition universelle de 1878, p. 35.

versale de l'extrémité occidentale de cette chaîne, coupe reproduite dans la Pl. XII, fig. 4 et allant de l'oasis de Chebika à celle de Midès. Dans cette même communication, j'indiquai la présence du phosphate de chaux au Kef-el-Hammam, dans les environs de Fériana, dans des marnes crétacées que j'avais tout d'abord cru albiennes, mais qu'un examen plus attentif m'a montré être sénoniennes.

L'année suivante (1886), à la suite d'une nouvelle exploration dans la région sud des hauts plateaux tunisiens, je fis connaître au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences (1) les nouveaux gisements de phosphate de chaux que j'avais observés au cours de cette campagne. Un peu plus tard, je confirmai ces nouvelles découvertes dans une seconde note à l'Académie des sciences, insérée aux Comptes-rendus (2). J'annonçai, dans ces notes : 1° que les phosphates suessoniens de la chaîne occidentale de Gafsa s'étendent, *sans discontinuité*, sur son versant sud, depuis Chebika jusques et y compris le djebel Stah, auprès de Gafsa, c'est-à-dire sur une longueur d'au moins 60 kilomètres; 2° que ce même niveau phosphaté se retrouve, au nord-ouest de Gafsa, sur la lisière sud des djebels Bellil, Tabaga, Boudinar et Merata, jusqu'à Midès inclusivement; 3° qu'on le retrouve encore au sud-est de Gafsa, dans les djebels Sehib et Rosfa, ainsi que sur le versant nord du djebel Berd; 4° qu'un niveau phosphaté apparaît aussi dans les portions centrale et orientale de la chaîne bordière du Cherb, notamment au djebel Oum-Ali, mais ici en pleine formation crétacée, dans l'étage du Gault; 5° enfin, j'annonçai la continuation du niveau suessonien phosphaté sur des points fort éloignés des premiers dans le nord-est et le nord-ouest des hauts-plateaux : aux djebels Nasser-Allah, Sidi-bou-Gobrine et Touila d'une part, c'est-à-dire dans le voisinage de Kairouan et de la mer, et, d'autre part, dans le djebel Guelaat-es-Senam et au Dir-el-Kef, non loin des villes de Tébessa et du Kef.

Le bruit de mes découvertes eut pour résultat de déterminer de nouvelles et actives recherches en Algérie, notamment dans la région de Souk-Ahras, voisine de la Tunisie. Un industriel de Souk-Ahras, M. Wetterlé, ne tarda pas à découvrir, dans cette région, aux djebels Dekma et Bou-Kebch, des gisements de phosphate de chaux occupant, comme en Tunisie, l'étage suessonien. Je fis alors connaître, par ma nouvelle note insérée aux Comptes-rendus de l'Académie des Sciences du 30 janvier 1888, non seule-

(1) Congrès de Nancy.

(2) 9 mai 1887.

ment la découverte de M. Wetterlé que j'avais aidé de mes conseils dans ses recherches, mais encore l'existence, beaucoup plus à l'ouest, dans la région sud du Tell du département d'Alger, d'un étage suessonien également riche en phosphate de chaux. Ce dernier gisement, dont j'avais constaté l'existence dès 1873, se trouve dans le petit massif de M'fatah, au sud de Boghari. Enfin, dans la même communication, j'indiquai encore la présence de notables quantités d'acide phosphorique dans les fossiles provenant de l'étage du Gault du nord de ce même département, notamment des environs de Berrouagua et d'Aumale. Ce fut pour moi l'occasion de rappeler que, quelques années auparavant, mon collègue de mission, M. G. le Mesle, avait fait la même constatation sur des fossiles albiens du djebel Bou-Thaleb, près Sétif, dans le département de Constantine.

On trouvera tous les détails concernant la stratigraphie des gisements de phosphate de chaux du sud de la Tunisie, dans le travail que je prépare et qui doit être prochainement publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Je me bornerai à donner ici, sur ces gisements, les renseignements généraux qui peuvent intéresser la géologie et l'industrie.

A. — PHOSPHATES DE L'ÉTAGE SUESSONNIEN

C'est sur le versant nord de la chaîne occidentale de Gafsa que, le 18 avril 1885, je reconnus, à la base du djebel Tseldja (dj. Seldja de la carte de l'Etat-Major), le premier gisement de phosphate de chaux, dont la découverte sera peut-être, pour la Tunisie, le point de départ d'un relèvement de sa production en céréales, jadis si prospère, mais depuis de longues années si considérablement affaiblie, qu'elle ne peut plus soutenir la concurrence des cultures intensives de la métropole, et surtout des pays neufs d'outre-mer. On sait que ces derniers sont devenus les véritables greniers d'abondance de la vieille Europe, comme jadis la Tunisie fut celui de Rome. Dès maintenant il sera facile, lorsque les moyens de communication le permettront, de puiser à pleines mains dans les immenses gisements du sud-ouest de la Régence l'élément vital qui, seul, pourra rendre à ses terres à blé leur antique fécondité, ainsi que l'ont établi les nombreuses analyses de ces dernières, faites au laboratoire de l'école de Grignon, par M. Quantin (1).

Partout où le niveau phosphaté de l'étage suessonien a été cons-

(1) *Comptes-rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 31 mai 1887.

taté dans le sud de la Tunisie, il y occupe la base de cet étage. Celui-ci débute toujours par un dépôt de nivellement des bas-fonds littoraux de la mer suessonienne, dépôt fort variable dans sa puissance, formé de limons argileux noirs plus ou moins schisteux et toujours saturés de chlorure de sodium et de gypse ; on y trouve fréquemment aussi de gros nodules de limonite brune ou ocracée, dont le centre est quelquefois formé par des fossiles marins, malheureusement indéterminables. Ces limons gypso-salins inférieurs, reposent transgressivement sur les différents étages de la Craie qui composent l'ossature centrale des chaînes, dont ils recouvrent généralement les pendages anticlinaux ou monoclinaux. Quelques minces bancs de calcaires marneux bruns ou blanchâtres s'intercalent entre les couches supérieures de ces limons et bientôt les recouvrent en bancs plus épais et fossilifères, dans lesquels abondent des Thersités, des Cérithes, des Turritelles, des Cardites avec les *Ostrea multicosata* et *O. Clot-Beyi* ; parfois ces bancs calcaires sont un peu siliceux et la silice y est ou diffusée, ou sous forme de nodules bruns à patine blanchâtre. C'est généralement au-dessus de ces premiers bancs rigides qu'apparaissent les marnes et les calcaires phosphatés dont la puissance, variable entre chaînes de montagnes différentes, a cependant une remarquable constance dans chacune d'elles. Dans le sud-ouest et le nord-est, ce niveau phosphaté est surmonté par des bancs puissants de calcaires plus ou moins siliceux à lumachelles ostréennes, presque entièrement formés par l'*Ostrea multicosata* et ses diverses variétés. Quelquefois ces calcaires à lumachelles sont remplacés ou accompagnés par des calcaires jaunâtres, remplis de très gros rognons sphériques de silex noirs, où l'on rencontre un second niveau à Thersités et à Cardites, ou bien une riche faune échinitique avec quelques petites Nummulites. Ailleurs, enfin, mais seulement dans la région nord des hauts-plateaux tunisiens, les calcaires à lumachelles ostréennes du sud sont remplacés par d'énormes tables de calcaire subcristallin entièrement pétri de Nummulites, tables dont l'épaisseur peut atteindre 60 mètres (Guelat-es-Senam) et que couronne un dernier niveau à *Ostrea multicosata*, plus ou moins riche en phosphate de chaux (Dir-el-Kef, Dekma).

Dans le sud, tout cet ensemble se présente généralement en couches très redressées, formant de hautes murailles souvent presque verticales et découpées par des dentelures caractéristiques, entre lesquelles est comme enchâssé le niveau phosphaté, beaucoup plus raviné par les érosions atmosphériques (Pl. XII, fig. 4). Dans le nord, au contraire, les grandes tables nummulitiques ainsi

que les calcaires et les marnes phosphatés subordonnés, se rapprochent généralement de l'horizon et constituent des massifs élevés et pittoresques, dont l'aspect runique leur a valu les noms de *Kalaa* ou *Gueluat* (château), ou ceux de *Dir* ou *Kifâne* (escarpement, crête à pic). La première de ces configurations est représentée par la fig. 1 ci-dessous ; la seconde par la fig. 2.

Fig. 1.

Vue du djebel Guelaat-es-Snam, prise du N.-E.

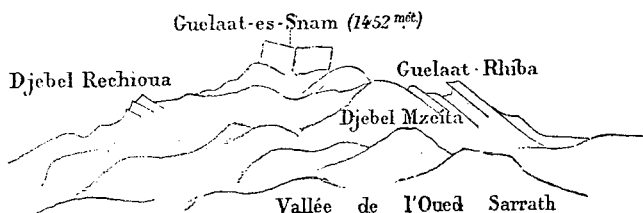
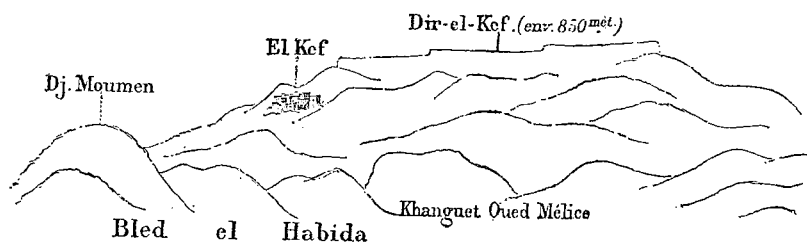


Fig. 2.

Vue du djebel Dir-el-Kef, prise du sud.



Dans tous ces gisements, les couches phosphatées sont de deux sortes : marneuses ou calcaires. Les premières sont le plus souvent brunes, plus ou moins schisteuses, feuilletées ou noduleuses ; exceptionnellement elles peuvent être sableuses, rougeâtres et très légèrement ferrugineuses. Les marnes brunes plus ou moins feuilletées sont généralement gypsifères ; c'est surtout à l'état de petits coprolithes très abondants que le phosphate de chaux s'y rencontre. Elles contiennent encore en grande quantité des débris de sauriens et de poissons (ossements, dents, écailles) ; certaines couches plus schisteuses peuvent contenir jusqu'à 7 et 8 pour cent d'une matière organique qui leur donne une consistance grasse et onctueuse, mais n'est soluble ni dans le sulfure de carbone, ni dans la benzine. Ces marnes sont souvent remplies encore de couches très irrégulières de gros nodules calcaires, à angles arrondis et à surface lisse, généralement recouverts d'une patine noire et luisante,

quelquefois comme corrodés et striés avec une patine jaunâtre ou blanchâtre; la grosseur de ces nodules, dont le poids est considérable, varie depuis celle d'une noisette jusqu'à celle d'un melon; leur texture est terreuse, compacte ou feuilletée. A première vue, beaucoup de ces nodules calcaires, avec leur patine luisante et leur forme ovoïde, ont l'aspect d'énormes coprolithes, caractères qui, joints à leur densité, feraient aisément croire qu'ils sont formés en totalité de phosphate de chaux; mais il n'en est rien, car ils ne renferment pas plus, en moyenne, de 5 à 6 pour cent de ce minéral, tandis que les vrais coprolithes, qui sont beaucoup plus petits, cylindriques et comme eux recouverts d'une patine brune et luisante, en contiennent jusqu'à 70 pour cent (1). Il est à noter que ces marnes brunes feuilletées, aussi bien que leurs nodules, ne présentent aucune trace de ces petits grains glauconieux qui sont, au contraire, comme on va le voir, si répandus dans les calcaires phosphatés. Par contre, on y rencontre assez souvent des rognons de strontiane sulfatée formés de prismes rhomboïdaux primitifs, terminés par des biseaux à petites facettes et groupés autour d'un centre géodique; ces rognons peuvent atteindre le volume d'une noix (Oued-el-Aachen). En résumé, ce qui caractérise surtout les marnes phosphatées, c'est : 1° leur structure feuilletée et fréquemment noduleuse; 2° leur minéralisation spéciale, consistant en petits filets généralement interstratifiés de gypse cristallin, en nodules de strontiane sulfatée et aussi en sels alcalins, ces derniers s'accusant par de légères efflorescences blanches et amères; 3° leur extrême richesse en débris de nature organique, consistant principalement en une matière grasse non définie, en dents et débris d'ossements de poissons et de grands sauriens, enfin et surtout en petits coprolithes, libres ou conglomérés, dans lesquels réside leur principale richesse en acide phosphorique. Le type de ce niveau marneux se trouve dans les gisements du sud-ouest, au djebel Tseldja, à Chebika, à Midès et à l'oued el Aachen.

Les calcaires phosphatés sont de beaucoup les plus développés dans tous les gisements et aussi de beaucoup les plus riches en phosphate tricalcique. Ils accompagnent généralement les marnes brunes qui viennent d'être décrites et alternent irrégulièrement avec elles. Ils se présentent, le plus souvent, sous l'aspect d'une roche assez légère, friable, grenue, dont la couleur varie du gris-jaunâtre assez clair au brun-verdâtre; il suffit souvent de la simple

(1) Analyse du laboratoire d'essai de l'École des Mines du 19 octobre 1885.

pression du doigt pour la désagréger et sa densité est rarement supérieure à 2. Cette roche est formée par l'agglomération, dans un ciment calcaire plus ou moins abondant, d'une multitude de grains fins de deux sortes : les uns arrondis, recouverts d'une patine brune et brillante, essentiellement formés par du phosphate de chaux jaunâtre, à texture terreuse ou d'apparence fibreuse ; les autres, d'un vert d'herbe, à texture écailleuse ou en très petites masses d'apparence scoriacée ou corrodée, rappelant par leur aspect certaines glauconies. On y rencontre aussi de très petits grains anguleux de quartz hyalin et il est à remarquer que l'analyse chimique décèle toujours, dans cette roche, la présence d'une quantité notable de silice gélatineuse ou hydratée libre ; enfin, elle est également très riche en débris organiques, tels que coprolithes semblables à ceux des marnes feuilletées, dents et os de poissons ou de sauriens plus ou moins désintégrés. Lorsque l'élément calcaire domine dans cette roche, elle devient grisâtre et ressemble beaucoup à la craie grise ou craie tuffeau de Ciply. Ces bancs de calcaire phosphaté ont un développement et occupent une position très variables dans les divers gisements, mais très constants dans chacun d'eux ; leur puissance peut varier de quelques centimètres seulement jusqu'à 3 mètres, et se maintenir sans interruption sur des étendues de 50 à 60 kilomètres (chaîne occidentale de Gafsa). Leur nombre est très variable suivant les localités ; on en compte plus de 25 sur le versant sud de la chaîne occidentale de Gafsa, tandis que sur d'autres points on n'en compte que 2 ou 3. Entre eux s'intercalent, outre les marnes brunes feuilletées, soit des bancs de calcaires à lumachelles ostréennes, soit des bancs de calcaires jaunâtres très compacts et très durs, souvent siliceux, formant des barres saillantes et rigides ; ces derniers ne contiennent un peu d'acide phosphorique que sur une étroite zone immédiatement en contact avec les calcaires marneux phosphatés ; exceptionnellement, quelques bancs de calcaires à lumachelles peuvent cependant contenir des quantités notables d'acide phosphorique dans toute leur épaisseur. Par contre, les calcaires phosphatés atteignent des teneurs de 27 à 28 pour cent d'acide phosphorique, représentant de 60 à 62 pour cent de phosphate tricalcique, d'après les constatations faites par M. Mercier, contrôleur chimiste du service des Mines du gouvernement beylical ; leur teneur en acide phosphorique ne descend guère au-dessous de 17 à 18 pour cent, tandis que dans les marnes brunes feuilletées noduleuses, dont il a été question plus haut, elle atteint rarement ces derniers chiffres.

Les gisements suessonniens du sud-ouest des Hauts-Plateaux tunisiens sont de beaucoup les plus riches, et il est à remarquer que plus on avance vers le nord, plus ils s'appauvrissent en même temps qu'ils revêtent un faciès de mer plus profonde, caractérisé par l'apparition des grandes murailles nummulitiques qui, dans cette région, couronnent généralement l'étage. C'est ainsi qu'au djebel Nasser-Allah et au Guelaat-es-Senam, situés à peu près sur la latitude de Kairouan, ils ne contiennent plus guère que de 18 à 23 pour cent d'acide phosphorique, correspondant à 40 et 50 pour cent de phosphate tricalcique, et que plus au nord encore, aux djebels Heoud et Dir-el-Kef, leur teneur moyenne se trouve réduite de plus de moitié.

Mais tous ces phosphates suessonniens, ceux du nord comme ceux du sud des Hauts-Plateaux, offrent certaines qualités inestimables au point de vue industriel. D'abord, il est très facile de les broyer, et ils sont susceptibles d'un enrichissement considérable par le lavage, opérations rendues possibles et faciles par la proximité de la plupart de ces gisements avec des cours d'eau permanents (oued Tseldja, oued Frid), ou avec des sources d'un débit considérable (aïn Merota, aïn Berda), susceptibles de procurer une force hydraulique suffisante. En outre, notamment dans le sud-ouest, ces calcaires phosphatés offrent une telle constance dans leur développement et affleurent dans des conditions telles, que leur exploitation à ciel ouvert sera pendant très longtemps des plus faciles et des plus économiques. Enfin, tous ces phosphates ne renferment que des quantités insignifiantes de fer et d'alumine (un pour cent au maximum), ce qui rendra leur transformation en superphosphates beaucoup moins onéreuse que pour la plupart de nos phosphates français, lesquels en contiennent souvent jusqu'à dix pour cent; et leur transformation y gagnera en outre en fixité.

A ces caractères généraux, en quelque sorte communs à tous les gisements de phosphate de chaux éocènes des Hauts-Plateaux tunisiens, je vais ajouter quelques détails concernant chacun d'eux.

1° *Gisements du sud-ouest.* — C'est dans les pendages nord et sud de la chaîne occidentale de Gafsa, notamment au djebel Tseldja, que nous trouverons le type le mieux caractérisé de ces gisements. La coupe (Pl. XII, fig. 1), allant du Hammam au Foum Tseldja et recoupant transversalement la chaîne sur une largeur de 7 à 8 kilomètres, donnera une idée suffisante de sa constitution géologique, pour qu'il ne soit pas nécessaire d'entrer à cet égard dans des détails plus circonstanciés. D'autre part, la coupe (Pl. XII,

fig. 2) prise à l'extrémité occidentale de cette même chaîne, complètera ces renseignements géologiques. On y verra notamment que, aussi bien sur le versant nord que sur le versant sud de la chaîne, le niveau phosphaté occupe une position identique entre les calcaires à lumachelles ostréennes de l'étage éocène. La puissance de ce niveau oscille entre 50 à 100 mètres, et va généralement en s'atrophiant de l'ouest vers l'est, atteignant son maximum de développement vers le centre de la chaîne. Sur certains points, l'étage éocène surmonte directement l'étage danien, sur lequel il repose en stratification parfaitement concordante; d'autres fois, il repose transgressivement sur les calcaires turoniens.

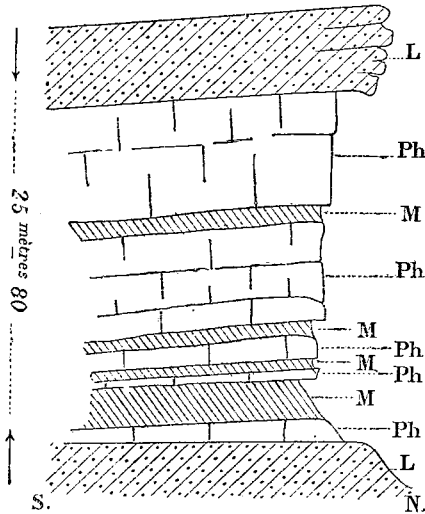
Ces diagrammes sont complétés par des coupes de détails (Pl. XII, fig. 3 et 4), montrant la succession des couches suessonniennes et phosphatées au Fom Tseldja, sur le versant sud de la chaîne et celles du Kef Tseldja, sur son versant nord. L'une de ces coupes (Pl. XII, fig. 3), relevée par moi en 1886, représente la disposition générale des couches phosphatées du Fom Tseldja. Mais cette même coupe a été relevée plus récemment dans tous ses détails et avec beaucoup de soin, par M. Mercier, contrôleur du service des Mines de la régence de Tunis, agissant au nom et pour le compte de MM. Pattin et Rouff, propriétaires d'importantes exploitations de phosphates dans la Meuse et dans la Somme, lesquels sont en instance pour obtenir la concession des gisements du sud-ouest de la Tunisie. Ces messieurs ont bien voulu, avec une grande obligeance, me communiquer le rapport technique que M. Mercier leur a remis sur ces gisements, et m'autoriser à y puiser la plupart des renseignements qui vont suivre, concernant les phosphates suessonniens du versant sud de la chaîne de Gafsa.

M. Mercier a porté ses investigations sur une bande d'affleurements continus des couches phosphatées, longue d'environ 50 kilomètres, allant de la base sud du djebel Stah au versant sud du djebel Zimra. Sur toute cette étendue, « les couches tertiaires » offrent une régularité complète, soit en épaisseur soit en direction, sauf vers l'oued Metlaoui, où le Crétacé manque sur 3 kilomètres environ en direction. » Ici, les couches tertiaires sont sensiblement horizontales, avec une légère inclinaison vers le sud, au lieu d'être très redressées et presque verticales comme partout ailleurs sur ce versant de la chaîne, ainsi que le montre la coupe ci-après. Néanmoins, six couches phosphatées importantes affleurent sur ce point, dont une notamment mesure 4 mètres d'épaisseur, avec une teneur moyenne de 22,20 pour cent d'acide phosphorique.

Sauf sur ce point restreint, les couches phosphatées sont partout presque verticales, très abordables et exploitables à ciel ouvert ; elles ont une hauteur moyenne de 20 mètres au-dessus du niveau de la bordure septentrionale du chott Rharsa, qu'elles dominent et dont elles ne sont séparées que par une muraille assez étroite de calcaires à lumachelles et de gypses, dont les arêtes dentelées

Fig. 3.

Coupe prise à l'oued Metlaoni, chaîne S.-O. de Gafsa (d'après M. Mercier).



- L. — Calcaires à lumachelles d'huîtres.
 Ph. — Calcaires phosphatés riches, 10 mètres 05.
 M. — Marnes brunes feuilletées.

ont une physionomie caractéristique. Cette masse phosphatée se continue sans interruption d'un bout à l'autre de la chaîne, avec une puissance moyenne de 30 mètres, pouvant atteindre 50 mètres dans sa région centrale ; à peine recouverte çà et là par une mince couche d'éboulis et de sables éoliens, elle affleure presque partout à une quinzaine de mètres au-dessus de la plaine, montrant ses 20 à 30 couches exploitables, pressées comme les feuillets d'un livre entre les autres couches sédimentaires qui les accompagnent. Voici, du reste, l'ordre dans lequel se succèdent toutes ces couches, depuis la base jusqu'au sommet de l'étage.

Au-dessus des puissants calcaires blanc-rougeâtre, très probablement sénoniens, qui terminent sur ce point le bombement

crétacé central de la chaîne, on voit tout d'abord 60 mètres de marnes brunes plus ou moins argileuses et feuilletées, dans lesquelles s'intercalent quelques couches de gypse. On trouve dans ces marnes, souvent recouvertes d'efflorescences salines blanches, de nombreux nodules de limonite ferrugineuse et, sur quelques points, des moules de fossiles transformés en phosphate de chaux, parmi lesquels quelques *Thracia* af. *parvula* Desh., du bassin de Paris, et d'assez nombreux *Lucina discoidea* Loc. Puis vient une puissante série de calcaires compacts blancs ou jaunâtres, de marnes feuilletées brunes ou verdâtres, de gypses grenus blanchâtres, dans laquelle apparaissent les fossiles ci-après : *Turritella Delettrei* Coq., très abondant dans l'étage suessonien de l'Aurès algérien à Zouï, Sidi-Abid, etc. ; *Venus Grenieri* Coq., des mêmes localités ; *Ostrea multicosata* Desh. et ses var. *strictiplicata* Raul. et Delb., *rotundata* Loc. Dans une couche calcaréo-gypseuse de cette série inférieure au niveau phosphaté, j'ai découvert une riche faune de petits gastropodes, parmi lesquels M. Locard a distingué plusieurs Cérithes d'espèces nouvelles, qu'il a nommées *Cerithium Tunetanum*, *rediviosum* et *Tseldjaticum*. La première de ces espèces rappelle, par sa forme, les *C. lineolatum* Sow. et *C. biseriale* Desh. du bassin de Paris, et par son ornementation le *C. pseudocorrugatum* d'Orb., des terrains nummulitiques de l'Inde ; la dernière appartient au groupe des *C. funiculatum* Sow. et *C. triscinctum* Brocc. Une puissante barre de calcaires compacts blanchâtres sépare ces dernières couches des 50 mètres de calcaires et de marnes plus ou moins phosphatés, sur lesquels je reviendrai tout à l'heure. Je dirai seulement ici que ces derniers renferment des lumachelles d'*Ostrea multicosata*, ainsi que de nombreuses dents d'*Odontaspis elegans* Agass., avec des débris d'ossements indéterminables. Enfin, l'étage suessonien se termine par une haute et puissante muraille verticale, formée par des calcaires à lumachelles ostréennes et à gros rognons de silex noir ; quelques bancs de gypse rougeâtre flanquent cette muraille du côté sud et disparaissent sous les atterrissements anciens du chott Rharsa (Pl. XII, fig. 3).

Le groupe des couches phosphatées qui, ainsi que je l'ai reconnu dès 1886, affleure avec une si remarquable régularité sur tout le versant sud de la chaîne occidentale de Gafsa, depuis le djebel Stah jusqu'à l'oasis de Chebika, a été divisé par M. Mercier, d'après les nombreuses analyses qu'il a exécutées en 1889, en cinq zones, qu'il classe comme suit :

Zone N° 1.	Couches 25, 24 et 23, du sommet	= Moyennement importante et moyennement riche;
— N° 2.	— 22 à 16	= Très importante et riche;
— N° 3.	— 15 à 12.....	= Moyennement importante et moyennement riche;
— N° 4.	— 11 à 5.....	= Importante et riche;
— N° 5.	— 4 à 1, de la base.....	= Très peu importante, à négliger.

En négligeant les zones 1, 2, 3 et 5, dont la teneur est relativement faible, M. Mercier montre que la zone n° 2 comprend, à elle seule, 7 couches de calcaires phosphatés d'une puissance totale de 8 m. 66, donnant toutes un phosphate riche, léger, friable et s'écrasant facilement entre les doigts, formé d'une multitude de très petits grains bruns et verts, donnant de 62 à 65 pour cent de phosphate de chaux tribasique et susceptible d'un enrichissement très notable par le lavage.

La zone n° 4 renferme 6 couches d'une puissance totale de 3 m. 93, dans lesquelles le phosphate a le même aspect que celui de la zone n° 2, et a une teneur identique en acide phosphorique.

Au point de vue de la régularité de ces zones dans la région étudiée par M. Mercier, c'est-à-dire depuis le djebel Stah jusqu'à l'aïn Hamda sur le versant sud du djebel Zimra, « on peut dire que » le gîte est régulier sur toute sa longueur, très régulier du côté » ouest de l'Oued Tseldja, un peu moins régulier du côté est. »

Au point de vue de la valeur industrielle et de l'importance du gîte, voici quelles sont les conclusions du rapport de M. Mercier :

« Nous pensons être dans le vrai en estimant que, sur toute la » longueur du gisement, nous aurons, après lavage, une teneur » moyenne d'au moins 62 pour cent de phosphate de chaux.... En » réduisant le gîte à 30000 mètres de longueur et à 10 mètres de » largeur, avec une hauteur moyenne au-dessus du niveau de la » plaine égale à 10 mètres, nous aurons un volume de 3 millions » de mètres cubes de minerai. La densité de ce phosphate de chaux » étant environ 2, nous aurons un nombre de tonnes de phosphate » de chaux brut égal à 6 millions de tonnes. Mais, en supposant un » enrichissement moyen de 7 pour cent au lavage, il faudrait » 1120 kilogrammes de minerai brut pour produire une tonne de » minerai lavé. Après lavage, le nombre total de tonnes obtenu » serait donc de 5 millions, valant, au bas mot, 318 millions de » francs.... »

On remarquera que les évaluations qui précèdent sont toutes ramenées au chiffre le plus bas, et qu'elles ne portent que sur une longueur de 30 kilomètres de couches, alors que, d'après les constatations de M. Mercier, comme d'après les miennes, le gîte a une étendue d'au moins 60 kilomètres.

Ce qui précède suffirait, je pense, pour donner une idée de

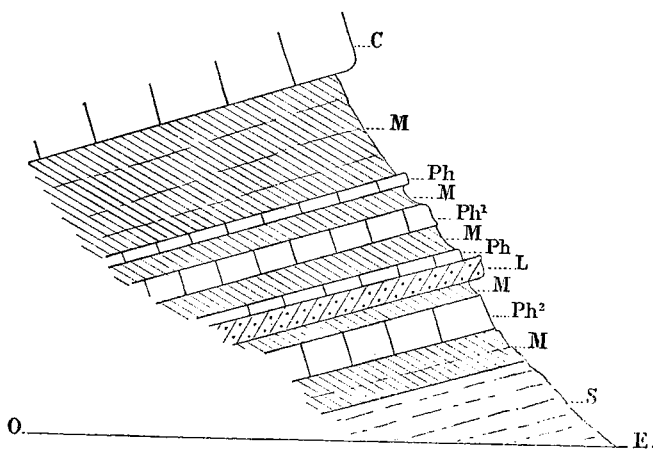
l'importance et de la valeur des gisements de phosphate du sud-ouest. Mais il convient d'y ajouter encore quelques détails sur certains autres gisements que j'ai découverts dans cette même région. Malheureusement, pour la plupart de ceux-ci, il me manquera le secours des précieuses études techniques qui sont plus spécialement du ressort de l'ingénieur.

Cependant, M. Mercier a encore étendu ses investigations à une autre région du sud-ouest, que j'avais signalée en 1886. Dans une course rapide, j'avais reconnu sur le versant sud du petit massif formé par les djebels Sehib et Rosfa, au sud de Gafsa et à 30 ou 40 kilomètres environ du Khanguet Tseldja, le prolongement du niveau suessonien phosphaté de ce dernier. M. Mercier l'a retrouvé en 1889 et a reconnu qu'il s'étend du versant ouest du djebel Jellabia à l'extrémité orientale du versant sud du djebel Sehib, sans pénétrer, comme je l'avais cru, dans le djebel Rosfa. Ces montagnes ont pour axe principal un léger bombement crétacé sur lequel repose, avec une faible inclinaison vers le sud-ouest et le sud, un étage suessonien bien caractérisé par ses lumachelles d'*Ostrea multicosata*.

Dans la partie occidentale du massif qui porte le nom de djebel Jellabia, M. Mercier a relevé dans le Khanguet, qui donne passage à la route de Gafsa au Cherb, la succession des couches ci-après, inclinées vers l'ouest d'environ 30° :

Fig. 4.

Coupe prise dans le Khanguet Jellabia (d'après M. Mercier).



- C. — Calcaire compact blanc jaunâtre.
 M. — Marnes feuilletées brunâtres, 18 m. 50.
 Ph. — Calcaires phosphatés peu compacts, 1 m. 20.
 Ph¹. — Banc de calcaire phosphaté assez riche, 2 m. 50.
 L. — Lumachelle calcaire analogue à celles du Foum Tseldja, 2 m.
 Ph². — Banc de calcaire phosphaté riche, 3 m.
 S. — Grès très peu agglomérés.

Des échantillons pris en Ph¹ et Ph² de cette coupe ont donné, d'après M. Mercier :

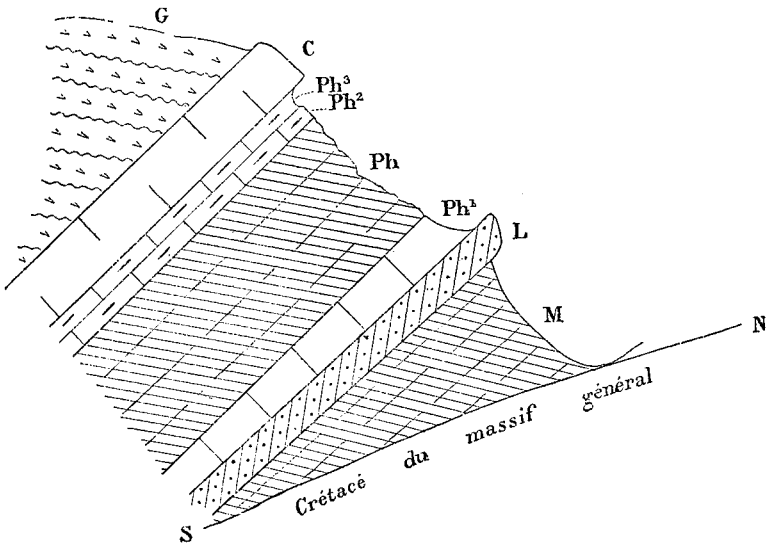
Ph ¹	= 23,93 p. cent d'acide phosphorique	= 52,17 p. cent de phosphate tribasique non lavé ;
Ph ²	= 23,04 — — — — —	= 50,23 — — — — —

Ce sont donc des phosphates qui, lavés, auront une teneur estimée à 57 ou 58 p. cent et vaudront de 50 à 55 francs la tonne. Ils ont du reste le même aspect et la même densité que ceux du versant sud de la chaîne de Gafsa, et pourront, comme ceux-ci, très facilement être réduits en sables fins. Ces couches de phosphate ont ensemble une épaisseur de 6 mètres à la teneur précitée.

Au sud du massif, tout le long du djebel Schib, M. Mercier a relevé la coupe ci-après, qui montre la disposition des couches phosphatées suessonniennes sur une longueur d'environ 8 kilomètres, telles que je les avais moi-même observées en 1886 :

Fig. 5.

Coupe du djebel Schib, versant sud (d'après M. Mercier).



G. — Gypses.

C. — Calcaire compact, blanc-jaunâtre.

Ph³. — Phosphate gréseux blanchâtre, 1 m. 50.

Ph². — » » moins blanc, 1 m. 50.

Ph. — Marnes brunes feuilletées, avec petites couches de phosphate.

Ph¹. — Phosphate peu compact, 2 m.

L. — Banc de grosses coquilles (*O. multicosata*, var *gigantea*?).

M. — Marnes brunâtres feuilletées.

Ces couches offrent la même régularité et aussi la même structure dentelée qu'au djebel Tseldja. Des échantillons pris en Ph_1 , Ph_2 et Ph_3 ont donné, d'après M. Mercier :

Ph_1	= 27,52	p. cent d'acide phosphorique	= 59,99	de phosphate tricalcique non lavé;		
Ph_2	= 20,09	—	= 43,80	—	—	—
Ph_3	= 9,60	—	= 20,93	—	—	—

On peut compter, d'après M. Mercier, dans la région sud du djebel Sehib, sur 3 mètres d'épaisseur de phosphate d'une valeur égale à celle du versant sud de la chaîne de Gafsa et valant 60 francs la tonne. L'épaisseur exploitable au-dessus de la plaine étant de 8 mètres de phosphate sur une longueur de 8 kilomètres, on obtiendrait donc là 384000 tonnes de phosphate non lavé, soit 340000 tonnes de phosphate lavé, valant 2 millions et demi de francs en chiffres ronds. Il est vrai que la région manque d'eau, mais il serait peu coûteux de transporter le phosphate brut jusqu'à Gafsa, distant de 30 kilomètres à peine, et d'établir là les appareils nécessaires à son broyage et à son lavage.

J'ai constaté, en 1886, que ces mêmes couches phosphatées du djebel Sehib se retrouvent sur le versant nord-ouest du massif du djebel Berd, situé un peu plus au sud, depuis le Khanguet Oum-el-Djaf jusqu'à l'extrémité occidentale du djebel Atra. Mais je ne saurais dire exactement quelle est leur puissance. J'y ai trouvé en abondance l'*Ostrea multicosata* avec sa variété géante, que je considère comme tout à fait caractéristique du niveau phosphaté du sud-ouest, aussi bien qu'une très petite Cardite que M. Locard a décrite sous le nom de *Cardita gracilis* (1).

Reportons-nous maintenant dans la chaîne occidentale de Gafsa, mais cette fois sur son versant nord, dans la région comprise entre les djebels Stah et Blidji, laquelle forme la limite sud du plateau pliocène qui porte le nom de Bled Douara. Nous trouverons ici le pendage anticlinal des couches suessoniennes du versant sud, avec un niveau phosphaté tout aussi développé sans doute, en puissance et en richesse, que celui du sud, mais à affleurements beaucoup plus limités à cause de la plus grande horizontalité des couches tertiaires sur ce versant de la chaîne. Néanmoins, j'ai pu constater la présence, sur ce versant, de marnes et de calcaires phosphatés identiques à ceux du sud, et cela sur divers points représentant une zone d'affleurements d'une longueur totale d'envi-

(1) *Descrip. des mollusques foss. des terr. Tertiaires inf. de la Tunisie, recueillis par M. Thomas, Paris, 1889.*

ron 15 kilomètres. Malheureusement, lorsqu'en avril 1885 je découvris ces premiers gisements de phosphates, je ne possédais aucune donnée capable de me fixer sur la richesse relative de leurs diverses roches constitutives; il en résulta que mon attention se porta presque exclusivement sur les marnes à coprolithes et sur leurs curieux nodules de calcaire compact, que je pris pour des nodules de phosphate riche; par contre, je pris pour du phosphate pauvre les calcaires gris ou brun-verdâtre légers qui sont subordonnés à ces marnes noduleuses. Les analyses faites ultérieurement m'apprirent, mais un peu tard, que c'était l'inverse qui était vrai.

Il résulte, en effet, des analyses faites en 1885 au Laboratoire de l'École des Mines, sous la direction de M. A. Carnot, que la plupart des gros nodules que j'avais rapportés du Kef Tseldja, même ceux qui, par leur patine noire et luisante et leur poids, m'avaient paru les plus riches en phosphate, ne contiennent en moyenne que 4,5 pour cent d'acide phosphorique, soit 3,3 de phosphate tribasique. Seul un très gros bloc de calcaire jaunâtre à très petits grains bruns et verts, contenait 24 pour cent d'acide phosphorique représentant 52,10 de phosphate. Par contre, la même analyse montre que les petits coprolithes cylindriques, qui pullulent dans les marnes noduleuses et s'y trouvent souvent en couches conglomérées, contiennent 32 pour cent d'acide phosphorique, représentant 70,80 de phosphate tribasique. Ces derniers sont tellement abondants dans les marnes noduleuses du Kef Tseldja, où ils sont associés à d'innombrables dents d'*Odontaspis Hopei* et *Od. elegans* Agass., de *Lamna compressa* et *L. crassidens* Agass., de *Myliobates Thomasi* Sauvage, d'*Otodus macrotus* et *Ot. obliquus* Agass., qu'il y aurait certainement avantage à les en séparer par le lavage. Le voisinage immédiat de l'oued Tseldja et de ses chutes, à l'entrée nord du Khanguet, permettrait d'effectuer très économiquement ce lavage à l'aide de claies convenablement disposées.

Les marnes gypsifères, salifères et strontianifères (Pl. XII, fig. 4), de la base de l'étage suessonien se montrent, au Kef Tseldja, sur la rive gauche de l'oued, près de l'entrée nord du Khanguet. Au-dessus, viennent de nombreuses alternances de calcaires à lumachelles d'*Ostrea multicosata* et *O. Clot-Beyi* Bell. et de marnes gypsifères, dont les plus supérieures admettent quelques bancs de calcaires marneux riches en gastropodes, parmi lesquels *Turritella Delettrei* Coq., *T. angulata* Sow. et *T. Meslei* Loc., *Aporrhais decoratus* et *A. chiastus* Loc. Puis viennent des calcaires jaunâtres et plus ou moins compacts, riches en grosses Thersitésées rappelant beaucoup *Thersitea ponderosa*

Coquand, en Turritelles, Vénus et grandes Cardites du groupe des *Venericardia planicosta* Lamk. et *V. trigona* Leymerie.

Ce dernier niveau, ainsi que le précédent, est certainement riche en calcaires phosphatés semblables à ceux du sud, mais non étudiés. Au-dessus de lui viennent des marnes noduleuses, riches en débris organiques, à la partie supérieure desquelles se trouve un banc remarquable de cette extraordinaire variété géante de l'*Ostrea multicosata*, que j'ai signalée en 1886 (1), et dont certains spécimens atteignent 0 m. 30 de longueur sur 0 m. 20 de largeur. Puis viennent de très gros bancs de lumachelles plus ou moins siliceuses où se trouvent, avec la forme typique, de l'*Ostrea multicosata* Deshayes, ses variétés *strictiplicata* Raulin et Delbos, *rotundata* Locard, ainsi qu'une variété rappelant *O. virgata* Goldfuss, avec tous les passages pouvant établir le rattachement de ces variétés au type *multicosata*. Enfin, avec ces dernières huitres se rencontrent fréquemment des spécimens tout à fait typiques de l'*Ostrea bellovacina* Lamk., de l'*O. Archiaciana* d'Orb., ainsi que des formes bien voisines d'*O. flabellula* Lamk., d'*O. eversa* d'Orb. (*Gryphæa eversa* Melleville) et d'*O. uncifera* Leymerie, du Nummulitique inférieur de l'Ariège. L'étage se termine, comme sur le versant sud, par ces lumachelles et quelques bancs de calcaires remplis de très gros rognons de silex noirs à patine rougeâtre; mais, ici, je n'ai pas aperçu les bancs de gypse si remarquablement développés dans le sud. Les derniers bancs à lumachelles sont parfois entièrement formés de cardites, et sont tellement siliceux qu'ils constituent une véritable meulière très recherchée des indigènes pour la confection de leurs moulins à bras.

Il existe, entre ces bancs supérieurs à lumachelles, un niveau fossilifère très riche, que j'ai trouvé bien développé au Kef-Allou-Seif, sur le versant nord du djebel Stah; j'y ai recueilli, outre de très nombreuses Cardites et Lucines voisines de *C. Sablieri* et *Peysonelli* Coq. et de *L. Mævusi* Coq., un Nautilé que M. Locard a trouvé semblable au *Nautilus Labechei* d'Arch. et Haime, du Nummulitique de l'Inde, ainsi que de grands Rostellaires voisins de *R. macroptera* Lamk, du bassin de Paris.

Midès est le point le plus occidental du sud de la Tunisie où j'aie constaté la présence d'un étage suessonien avec niveau phosphaté, identique à celui qui vient d'être décrit, lequel passe d'ailleurs sûrement en Algérie pour se développer dans les montagnes du

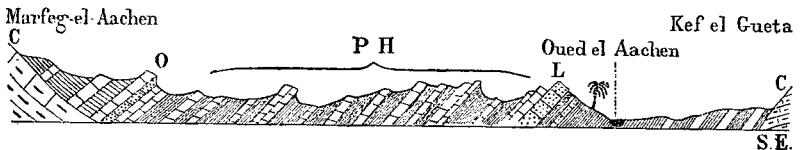
(1) Assoc. française p. l'avanc. des sc., Congrès de Nancy.

sud de l'Aurès. Pittoresquement assise sur son rocher crétacé circonscrit par un ravin profond, véritables miniatures du rocher et du ravin célèbres de Constantine, la petite oasis de Midès voit se dresser devant elle, du côté nord, une colline assise sur des calcaires marneux appartenant à l'étage danien caractérisé par *Ostrea Overwegi* de Buch, *O. Villei* et *O. Forgemolli* Coq. La colline elle-même est constituée par des bancs épais de calcaires blanc-jaunâtre suessonniens, inclinés vers le nord et remplis d'*Ostrea multicostata* et *O. Clot-Beyi* Bellardi, avec nombreux *Pliolampas Tunetana* Thomas et Gauthier; sur l'arête de cette colline se dressent plusieurs Koubas de saints vénérés, dont les silhouettes blanches se découpent sur le fond sombre formé par les marnes noires et les calcaires phosphatés du condiat Aïn Debah, autre colline qui se dresse en retrait au-dessus de celle-ci et se continue vers le nord-est par le long Fedj Zebeul (Pl. XII, fig. 2).

J'ai pu suivre le développement de cet étage suessonien, avec son niveau phosphaté plus ou moins développé, jusque sur le versant sud des djebels Mrata, Boudinar et Tabaga, lesquels contribuent à former la chaîne nord-ouest de Gafsa, séparée de celle du sud-ouest par le plateau pliocène qui porte le nom de Bled Douara. La coupe ci-contre, relevée sur la rive droite de l'Oued-el-Aachen, affluent de l'Oued Tseldja, montre la succession des marnes et des calcaires phosphatés sur ce point.

Fig. 6.

Coupe prise sur la rive droite de l'Oued-el-Aachen.



Ph. — Calcaires phosphatés et marnes brunes à *coprolithes*.

L. — Lumachelles plus ou moins siliceuses à *Cardites* et marnes brunes strontianifères.

O. — Calcaires compacts et à lumachelles ostréennes.

C. — Calcaires durs et grès sénoniens à *Ostrea decussata* Goldf. et *Plicatula Locardi* Th. et Per.

L'étage suessonien paraît beaucoup moins développé dans cette région que dans la chaîne bordière du sud; néanmoins ses calcaires phosphatés, quoique moins puissants, sont aussi riches en acide phosphorique que ceux-ci, et ses marnes sont très riches en coprolithes d'une teneur élevée (entre 70 et 80 p. cent de phos-

phate), ainsi que l'ont montré quelques analyses faites par M. Klobb, professeur agrégé de l'École de Pharmacie de Nancy. Les fossiles abondent également dans les marnes et les calcaires de l'Oued-el-Aachen, parmi lesquels je citerai : *Thersitea Coquandi* Locard, *Rostellaria* af. *macroptera* Lamk. et *R.* af. *Deshayesi* Coq., *Venus Grenieri* Coq.; de très nombreuses Cardites voisines de celles de l'étage suessonien de l'Aurès décrites par Coquand, ainsi que les *Ostrea Clot-Beyi* Bellar., *Archiaciana* d'Orb. et toutes les variétés de *O. multicosata*; enfin, avec les petits coprolithes fourmillent, dans les marnes brunes surtout, des ossements de Crocodiles et des dents de poissons, tels que *Odontaspis elegans* et *Od. verticalis* Agassiz, *Lamna* aff. *crassidens* Agass., *Myliobates* sp. et *Otodus obliquus* Agass.

Nous ne connaissons exactement la valeur industrielle des importants affleurements de phosphates qui précèdent, que lorsqu'ils auront été l'objet d'une étude technique aussi complète et aussi consciencieuse que celle à laquelle s'est livré M. Mercier sur une partie du versant sud de la chaîne bordière des hauts-plateaux. Mais je crois rester bien en deçà de la vérité en affirmant qu'on y trouvera aisément, rien que dans les couches exploitables à ciel ouvert et en y joignant l'apport connu et indiqué plus haut des djebels Jellabia et Sehib, encore au moins 3 millions de tonnes de bon phosphate, valant de 150 à 200 millions de francs.

Il y a donc bien certainement, dans cette région du sud-ouest, tous les éléments d'une exploitation vaste et prospère, capable de défrayer pendant de longues années la voie ferrée, à la fois commerciale et stratégique, dont la construction s'impose dans le plus bref délai possible entre Tébessa et Sfax ou la Skira. Le Khanguet Tseldja semble tout indiqué comme centre de cette exploitation, tant à cause de sa position au milieu des plus riches gisements de la contrée qu'à cause de sa proximité de Gafsa et, surtout, de son cours d'eau permanent. L'oued Tseldja, en effet, dont la source est à l'Aïn Moultime, sur le versant sud-est du djebel Jennenkrouf, reçoit du puissant atterrissement pliocène du Bled Douara, qu'il traverse du nord au sud, des sources considérables qui ne tarissent jamais, même pendant les périodes de plus grande sécheresse. La réunion de ces sources à l'entrée nord du long défilé qui commence au Kef et finit au Foum Tseldja, constitue une véritable rivière qui part du Hammam Tseldja, se précipite en chûtes rapides dans les gorges ou cañon du Tseldja et ne disparaît dans les sables altérés du chott Rharsa, qu'après avoir franchi la haute muraille verticale qui forme la limite extrême des gisements phosphatés du sud. Il

serait donc facile d'établir à peu de frais, dans les gorges du Tseldja, comme le firent jadis les Romains dans un autre but, moins lucratif sans aucun doute, des barrages suffisants pour assurer le fonctionnement, en toutes saisons, des appareils hydrauliques nécessaires pour le broyage et le lavage du calcaire phosphaté. L'eau de cette rivière est excellente à ses sources, éloignées de 7 à 8 kilomètres seulement du Foum Tseldja, mais elle se charge rapidement de sulfates et de chlorures sodiques et calciques qui, d'après M. Mercier, atteignent 3 gr. 5 par litre au Foum, sels qu'elles empruntent en grande partie, sans nul doute, aux marnes si fortement gypsifères et salifères de l'étage suessonien qu'elles traversent. Aussi, si un centre industriel pour l'exploitation des phosphates venait à s'établir dans cette région, conseillerais-je de le placer, de préférence, dans le Bled Douara, où il trouverait de l'eau potable, quelques pâturages à chameaux et à moutons, un peu de bois et, surtout, un abri contre les émanations directes et empoisonnées du chott Rharsa.

La main-d'œuvre indigène pourrait très bien suffire pour une telle exploitation, laquelle ne nécessiterait d'ici longtemps aucun travail souterrain, ni aucune manipulation difficile, à cause de la disposition des couches et de la friabilité des calcaires phosphatés. Aussi M. Mercier estime-t-il que, tous comptes faits et en faisant largement la part des aléa possibles, mais très peu probables, d'une exploitation de ce genre, la tonne de phosphate lavé, prise au Khanguet Tseldja et transportée par un chemin de fer au port de la Skira, distant de 200 kilomètres, puis de là à Marseille, ne coûtera que 46 à 50 francs au maximum. Sa valeur étant de 60 francs au minimum, il en résulte que la seule exploitation des cinq millions de tonnes contenus dans les 30 kilomètres étudiés par M. Mercier, sur le versant sud de la chaîne de Gafsa, donnerait un bénéfice certain d'au moins 50 millions de francs. Et il ne s'agit ici, bien entendu, que d'une exploitation des affleurements les plus superficiels des gîtes; les quantités de phosphates que l'on pourrait retirer en profondeur sont incalculables.

Il y a donc lieu d'être surpris que cinq années aient pu s'écouler depuis la découverte de ces riches gisements, sans que leur exploitation ait fait un seul pas dans le domaine pratique. Il ne semble même pas que, depuis l'intelligente et très méritoire initiative de MM. Pattin et Rouff, à laquelle nous devons la belle étude de M. Mercier, ces gisements aient été définitivement concédés par le gouvernement tunisien.

2° *Gisements du nord-est.* — La petite chaîne du Nasser-Allah, encore nommée djebel Cheraïn par les indigènes, expression qui

signifie « entre deux plaines », a son grand axe dirigé à peu près nord-sud. Sa pointe septentrionale touche à la rive droite de l'oued Zeroud (oued el Feka inférieur,) au moment où ce grand fleuve entre dans la plaine de Kairouan. Vers son extrémité méridionale elle se dédouble à partir de l'Aïn Merota, en deux crêtes parallèles séparées par une vallée longitudinale : celle de l'est regarde la mer, dont elle n'est distante que d'une centaine de kilomètres ; celle de l'ouest s'incline vers la vallée de Bin-el-Djebel, qui la sépare du djebel Sidi-bou-Gobrine. Cette chaîne, longue d'environ 30 kilomètres, est constituée en entier par l'étage suessonien calcaire et marneux que caractérise l'*Ostrea multicostata* Desh. et ses diverses variétés, étage auquel s'ajoute exceptionnellement ici un niveau supérieur, calcaréo-gréseux, ferrugineux et rempli de petites Nummulites. Ce dernier terme de la série suessonienne repose en stratification concordante sur les couches marno-calcaires inférieures ; je n'en connais d'autre représentant en Tunisie qu'au Djebel Chérichira, situé un peu plus au nord et, en Algérie, qu'au Kef Iroud dans le sud de Téniet-el-Had, sur les confins des départements d'Alger et d'Oran. (Pl. XII, fig. 5).

A la base de l'étage suessonien du djebel Nasser-Allah apparaissent, près de l'Aïn Merota, les marnes brunes gypsifères et strontianifères si caractéristiques de la base de l'étage suessonien du Sud-Ouest. Mais ici, c'est immédiatement au-dessus de ces dernières que se développe la masse des calcaires et des marnes phosphatés. Celle-ci débute par deux à trois mètres d'une sorte de tuffeau calcaire très friable, gris-brun, un peu rougeâtre ou verdâtre, roche formée par l'agglomération, dans un ciment calcaire peu abondant, de myriades de très petits grains bruns ou verts et admettant, par places, une quantité considérable de petits coprolithes cylindriques, recouverts d'une patine brune ou verdâtre. En somme, ce calcaire phosphaté ressemble beaucoup à celui des zones riches du Foum Tseldja, mais sa densité semble un peu plus forte, bien que sa friabilité soit la même ; sa richesse en acide phosphorique, d'après une analyse faite au laboratoire de l'Ecole des Mines en 1887, varie entre 18,13 et 29,80 pour cent, correspondant à une teneur de 39,24 à 64,50 pour cent en phosphate de chaux tribasique ; mais la teneur moyenne de cette roche ne semble guère supérieure à 50 pour cent de phosphate avant lavage et à 55 ou 56 après lavage. Il existe beaucoup de Foraminifères hélicostèges dans ce calcaire phosphaté, mais pas de Nummulites ; de très petites dents de *Sargus* y pullulent, avec quelques dents d'*Odontaspis elegans* et *O. aff. Hopei* Agassiz ; mais, à part un très grand

moule de Nautile, je n'y ai vu aucune trace de Mollusques. La roche qui compose cette couche phosphatée inférieure a été étudiée, sur des coupes minces, par mon savant ami M. le docteur Bleicher, lequel a bien voulu résumer ses observations dans la note suivante :

« Calcaire marneux grisâtre, grenu, à grains fins bruns et verts, avec quelques nodules bruns de petite taille. L'un de ces derniers a conservé l'apparence extérieure d'un débris osseux ; réduit en fines lamelles, il montre les canalicules ramifiés des ostéoplastes des poissons téléostéens ; les autres sont plus ou moins désintégrés et sans structure organique bien nette, mais leur richesse en phosphate montre que ce sont bien probablement des os dont la structure a été oblitérée par la minéralisation.

» Traitée par l'acide chlorhydrique à chaud, cette roche donne un résidu qui contient quelques grains de quartz sans facettes cristallines. En coupe, elle présente les éléments suivants :

1° Foraminifères de formes variées, généralement de très petite taille, entiers ou fragmentés ; leurs sections souvent normales montrent les cellules centrales sphériques, entourées de cellules plus jeunes de forme différente ; absence de Nummulites ;

2° Débris de coquilles de bivalves ;

3° Sphérolithes ou coccolithes ;

4° Ciment calcaire plus ou moins cristallin ;

5° Grains verts couleur d'herbe, lamelleux, de petite taille, à contours nettement arrêtés, avec ou sans entailles, indiquant leur structure écailleuse. Leur aspect à la lumière polarisée est moiré noir et vert, avec indication de structure fibreuse (?) L'étude chimique de ces grains verts est moins satisfaisante. Il est difficile, sinon impossible, de les isoler complètement et par conséquent d'en avoir la caractéristique chimique. Les acides en dégagent les lames vertes que la coupe microscopique fait si bien voir, mais on ne peut guère agir sur des quantités assez considérables de grains pour en faire une analyse même qualitative. Quoi qu'il en soit, les caractères optiques de cette substance verte la rapprochent peut-être plus de la *chlorite* que de la *glauconie*, telle qu'elle est décrite par les auteurs de minéralogie ;

6° Grains vert-brun, provenant probablement de l'altération plus ou moins complète des grains verts par l'oxyde de fer, lequel a pénétré dans leur intérieur en les rendant opaques et bruns, soit en totalité, soit en partie seulement ;

7° Grains de quartz, quelques-uns de petite taille et anguleux.

» En résumé, la localisation du phosphate de calcium dans les nodules bruns semble démontrée ; cette substance s'y trouve con-

densée, tandis qu'elle n'est répandue qu'à faible dose dans la masse du calcaire, lequel en indique seulement des traces (1). »

Je dois, à propos de cette communication, rappeler que M. Lasne a tout récemment démontré, par de nombreuses analyses, que la plupart des phosphates sédimentaires offrent une composition identique à celle de l'*apatite* type, c'est-à-dire la présence constante du fluo-chlorure de calcium dans la proportion de un équivalent de fluor pour trois de phosphore.

Au-dessus de ce premier niveau phosphaté viennent des calcaires plus gris, plus compacts, auxquels la couche inférieure passe insensiblement. Ces calcaires renferment encore des grains bruns et verts, mais beaucoup plus petits; ils constituent une roche poreuse et assez légère, mais plus tenace que la précédente; ils renferment aussi de très nombreux Foraminifères, mais point encore de Nummulites et, çà et là, quelques fragments d'os usés et plus ou moins désintégrés, avec quelques dents de Poissons. Trois ou quatre bancs de ces calcaires surmontent le niveau phosphaté inférieur; leur teinte grise devient plus claire à mesure que l'on s'élève, et tandis que le banc le plus inférieur contient encore 8,53 pour cent d'acide phosphorique, correspondant à 48,46 de phosphate tribasique, le banc le plus supérieur n'est plus qu'un calcaire presque pur, sans fossiles. Mais, immédiatement au-dessus de ce dernier, vient une nouvelle couche de calcaire phosphaté léger, tendre, avec de très petits grains bruns et verts, d'un mètre environ d'épaisseur et contenant d'assez nombreux Foraminifères, parmi lesquels quelques rares Nummulites de petite taille. On remarque en outre, dans cette couche, d'assez gros grains quartzeux rosés et quelques petits nodules marno-calcaires phosphatés; sa richesse en acide phosphorique n'est plus que de 6,66 pour cent, correspondant à 14,41 de phosphate tribasique.

Ce second niveau phosphaté est surmonté par une série assez puissante de bancs calcaires plus ou moins compacts, gris ou blanc-jaunâtre, contenant des quantités très faibles d'acide phosphorique. L'un de ces derniers est criblé de très petites vacuoles lenticulaires, semblant être des moules externes de Nummulites dont le test aurait entièrement disparu. Un peu plus haut vient un banc de calcaire jaunâtre d'environ un mètre d'épaisseur, lardé de gros rognons d'albâtre gypseux de formes irrégulières, atteignant un volume de plusieurs décimètres cubes; ils se confondent insensiblement avec la masse calcaire qui les entoure, montrant

(1) Communication personnelle.

ainsi la transformation graduelle du calcaire en gypse. Cette série de bancs calcaires se termine par quelques alternances de marnes très gypsifères, également sans fossiles, sauf une couche assez mince et tout à fait supérieure que recouvrent des débris de fossiles silicifiés et indéterminables, parmi lesquels M. Bleicher a pu reconnaître une Turritelle et une Nummulite.

On remarquera que, dans cet ensemble épais d'une cinquantaine de mètres formant, à l'est de l'Aïn Merota une colline séparée de celles de l'ouest par une faille, de laquelle jaillit la source, il n'existe aucune trace de ces lumachelles ostréennes si caractéristiques du niveau phosphaté des gisements du sud-ouest. Ce n'est, en effet, que dans les escarpements occidentaux de la chaîne et bien manifestement au-dessus des calcaires qui viennent d'être décrits, que j'ai rencontré les premiers bancs à lumachelles d'*Ostrea multicostata*, avec toutes ses variétés, sauf pourtant sa variété géante que je n'ai vue que dans le sud-ouest. Ces lumachelles ostréennes s'intercalent entre des marnes jaunâtres et grises plus ou moins gypsifères, et des bancs puissants de calcaires jaunâtres compacts, très durs et souvent un peu siliceux. J'ai recueilli dans les marnes, la faune ci-après qui rappelle, par quelques-uns de ses types, la faune caractéristique des calcaires et des marnes inférieurs de l'étage suessonien du sud-ouest : *Rostellaria* aff. *macroptera* Lamk., *Natica* aff. *cepacea* Lamk., *N.* aff. *glaucinoides* Desh., *N.* aff. *sigaretina* Desh., du bassin de Paris, *Venus Grenieri* Coq., *Pectunculus polymorphus* Desh., *Ostrea multicostata* Desh. et ses var. *strictiplicata* Raul. et Delb. et *rotundata* Loc., *Periaster* sp., *Echinolampas Goujoni* Pomel, le même que celui du djebel Dekma (Constantine), *Scutellina concava* Thomas et Gauthier, etc.

Au-dessus de ces grands escarpements calcaires viennent, sur le versant occidental du Nasser-Allah, des alternances nombreuses de marnes brunes schisteuses un peu gypsifères et de calcaires grisâtres, renfermant des bancs d'une curieuse variété *gryphoïde* de l'*Ostrea multicostata*, variété qui semble spéciale à ce niveau et rappelle beaucoup cette variété d'*Ostrea multicostata* des marnes suessonniennes supérieures de l'Algérie, dont Nicaise a fait son *Ostrea Bogharensis* (1). Dans les marnes supérieures de ce niveau, j'ai en outre recueilli : *Turbinella prisca* Locard et *Placuna cymbalea* Loc. Ce dernier me paraît au moins très voisin du *Carolia placunoides* Cantraine, de l'Éocène d'Égypte; il semble très commun à ce niveau et il a été retrouvé en abondance, dans une position identique, au

(1) *Catalogue des anim. foss. obs. dans la prov. d'Alger*, 1870.

djebel Chérichira par mon collègue de mission, M. G. le Mesle. Cet intéressant niveau fossilifère est recouvert, en stratification parfaitement concordante, par une série assez puissante de marnes calcaires très ferrugineuses, jaunes ou rouges, séparées par des bancs minces de calcaires gréseux rouges remplis d'une très petite Nummulite analogue à *N. Lucasana* Defr., mais paraissant cependant en différer. J'ai en outre recueilli dans ces derniers calcaires gréseux, qui sont légèrement phosphatés, la très intéressante faune que voici :

Voluta jugosa Sow. et *V. Edwardsi* d'Arch. et Haime du Nummulitique de l'Inde; *Cassidaria* sp. nov.; *Pirula antiqua* sp. nov. et var. *reticulata* Locard.; *Turritella palætera*, *Tobruta*, *T. elicta* et *T. avita* Locard, la première très voisine de *T. Delettrei* Coq., la dernière du groupe du *T. transitoria* Mayer-Eymar, des dépôts tertiaires de l'Égypte; *Solarium* sp.; *Pecten subtripartitus* d'Arch. et Haime et var. *a* et *b*; *Euspatagus Cossoni* et *E. Meslei* Thomas et Gauthier, le premier voisin d'*E. ornatus* Agass., le second d'*E. cruciatus* Peron et Gauthier, du Kef Iroud en Algérie; *Echinolampas Perrieri* de Lor., de l'Éocène d'Égypte, etc.

Dans les couches les plus supérieures de ce curieux niveau, que je n'hésite pas à paralléliser avec les grès à Peignes strigillés, Euspatangues et petites Nummulites du Kef Iroud, du Taragara-guet et du Kef Lakdar dans le dép. d'Alger, j'ai recueilli les fossiles ci-après : *Conus Cossoni* Locard, *Murex Thomasi* et *M. Peroni* Loc., *Cerithium Rollandi* Loc., *Cerithiopsis priscus* Loc., *Turritella elicta* et *T. avita* Loc., *Nerita cicerina* Loc., *Turbo eminulus* et var. *striata* Loc., *Zizyphinus oxytonus* Loc., *Carcharodon* aff. *angustidens* Agass. Les Nummulites semblent manquer à ce niveau, qui termine la série éocène du Nasser-Allah.

Au djebel Chérichira, un peu au nord du Nasser-Allah, ce dernier niveau se retrouve au-dessus des calcaires à *Ostrea multicostrata* et *O. Clot-Beyi* et à *Carolia placunoides*, mais ici il est en discordance complète avec ces derniers, discordance due à une faille entre les lèvres de laquelle s'interposent les gypses éruptifs ou épigéniques qui ont donné naissance au ballon de l'Aoufia. Les calcaires gréseux à Nummulites sont très fortement redressés au contact de ce dernier et ils ont subi un métamorphisme puissant. Mais, malgré cet accident, il n'est pas douteux qu'ils sont identiques à ceux du djebel Nasser-Allah, car j'y ai recueilli les fossiles ci-après : *Rostellaria* sp., de grande taille, *Turritella palætera* et var. *major* Loc., *T. obruta* et *T. Bourguignati* Loc., *Panopæa Tunetana* Loc., *Pecten subtripartitus* d'Arch. et Haime, *P. Tunetanus* et *P. nucalis* Loc., *Euspatagus*

Cossoni et *E. Meslei* Thomas et Gauthier, *Schizaster africanus* de Lor., *Echinolampas Perrieri* de Lor., ces deux derniers de l'Éocène d'Égypte, *E. cepa* Tho. et Gau., *Orthechinus Tunetanus* Tho. et Gau. Au Chérichira, ces dernières couches sont surmontées par les mollasses discordantes du Miocène moyen.

Les échantillons de phosphate que j'ai rapportés du djebel Nasser-Allah en 1886, ne sont pas suffisants pour me permettre de formuler une opinion sur la valeur industrielle de ce gisement. Tout ce que je puis dire, c'est que la couche phosphatée inférieure, qui est de beaucoup la plus importante, affleure sur de nombreux points entre l'Aïn Merota et la Zaouïa de Sidi Nasser-Allah, dans la direction du nord; de même au sud, dans la direction du Khechem-el-Artsouma. De plus, j'ai cru apercevoir ce même niveau plus au nord dans le djebel Touila et, plus à l'ouest, sur le versant occidental du djebel Sidi bou Gobrine; mais je n'ai pu prendre des échantillons sur ces derniers points, que j'ai vus trop rapidement. Je pense, toutefois, que le gisement du Nasser-Allah se relie, par le Touila et le Chérichira, aux gisements pauvres que mon collègue de mission, M. G. Rolland, a signalés à la base de l'Éocène du massif de la Kessera (1). Il y aurait donc là des recherches de détail à faire, comme celles qui ont été faites par M. Mercier sur le versant sud de la chaîne de Gafsa. Quoi qu'il en soit, le voisinage de la mer, la possibilité d'obtenir facilement une force hydraulique suffisante par le captage des eaux abondantes de l'Aïn Merota, sont autant de circonstances favorables à l'exploitation industrielle de ce gisement si, comme je le pense, ses 2 à 3 mètres de phosphate, dont la teneur moyenne est d'environ 50 pour cent après lavage, affleurent sur une étendue suffisante.

Note additionnelle de M. le Dr Bleicher, insérée pendant l'impression. — « Les roches calcaréo-gypseuses phosphatées du Nasser-Allah étiquetées : *Djebel Nasser-Allah, 2^{me} zone à phosphates*, de la collection d'échantillons recueillis par M. Thomas, sont assez riches en foraminifères entiers et brisés, de petite taille, parmi lesquels on ne peut reconnaître aucune espèce de Nummulites; ils sont noyés au milieu d'un ciment très abondant, de nature calcaire et gypseuse. On y constate de plus : 1° des écailles nombreuses de cette substance verte qui se retrouve dans les roches phosphatées de la plupart des gisements algériens et tunisiens; 2° des écailles jaune brunâtre plus ou moins altérées par des infiltrations ferrugineuses, dont quelques-unes montrent des cloi-

(1) *C. R. Acad. d. Sc.*, 7 juin 1886.

sons les faisant reconnaître comme des Foraminifères; 3^o de rares fragments noduleux, ou même écailleux d'une matière brunâtre à cassure esquilleuse, sur la nature desquels les coupes ne nous ont pas suffisamment renseigné; ils sont riches en phosphate, comme du reste la roche prise dans son ensemble, ainsi que le démontre l'essai par le molybdate d'ammoniaque après action de l'acide nitrique étendu.

» Les essais suivants ont permis de préciser, jusqu'à un certain point, la localisation du phosphate dans ces roches.

» La roche *djebel Nasser-Allah*, 2^{me} zone, traitée par l'acide acétique étendu, laisse après attaque lente un résidu assez abondant, formé de grains de gypse; d'écailles vertes; d'écailles de couleur ambrée à cassure ou contours nets, rappelant par leur apparence les débris écailleux d'émail qui se trouvent en abondance dans les roches phosphatées du Dekma; de débris peu abondants de Foraminifères, reconnaissables à leurs perforations et à leurs ornements. Ce mélange, dans lequel dominant les écailles de couleur ambrée, est extrêmement riche en phosphate, à en juger par l'abondance du précipité de phospho-molybdate obtenu, après attaque par l'acide nitrique étendu, sur des quantités infinitésimales. Sans affirmer que le phosphate réside plus particulièrement dans ces écailles ambrées, cette conclusion peut être émise, en raison de leur prédominance sur les autres éléments dans le résidu du traitement par l'acide acétique.

» Dans les coupes microscopiques et les résidus obtenus par action de l'acide acétique, nous n'avons pas observé d'élément cristallin attribuable à l'apatite, aucun sphérolithe cristallin du genre de ceux que M. Stanislas Meunier a trouvés dans les phosphates de Beauval (Somme). Le phosphate de calcium, qui se rencontre en si grande abondance dans les roches du Nasser-Allah, doit donc s'y trouver à l'état amorphe, condensé dans les Foraminifères et dans les écailles de couleur ambrée, dont la nature reste problématique en l'absence de bonne coupe avec détails histologiques, plutôt que dans le ciment calcaréo-gypseux, soluble pour la partie calcaire dans l'acide acétique. »

Cette note de mon savant collaborateur jette un jour tout nouveau sur la localisation du phosphate de chaux dans les calcaires gypseux du djebel Nasser-Allah. Presque en même temps, je recevais une lettre de M. Dupoux, entrepreneur de travaux à Soussse et à Kairouan, qui a, sur mes indications, commencé des recherches dans le massif du Nasser-Allah. Cet actif pionnier m'annonçait qu'il venait de reconnaître, sur une longueur de plus de 14 kilomètres

au nord de l'Aïn Merota, le prolongement du niveau phosphaté du Nasser-Allah, entre le Khanguet-el-Arian et l'Oued-el-Feka (Oued Zeroud), dans la direction du djebel Sibi-bou-Gobrine. Les analyses d'échantillons pris à Sidi-Belkassem-el-Rezela, faites par le Service des Mines de Tunis (29 janvier 1891) accusent, dans cette région, une teneur moyenne de 12,54 p. cent d'acide phosphorique, soit 27,34 de phosphate tribasique non lavé, avec un enrichissement moyen de 10,16 p. cent au lavage et au tamis.

3^e *Gisements du nord-ouest.* — Pour atteindre ces gisements, il faut passer sur le versant nord de la grande chaîne centrale de la Tunisie, dans la région comprise entre cette chaîne et la Medjerda d'une part, entre la frontière algérienne et le massif des Ouled Ayar de l'autre. Ils constituent, dans ces limites, un district très étendu, comprenant toute la région de hauts-plateaux qu'arrosent l'Oued Mellègue, l'Oued Sarrath et leurs affluents. Les nombreux ridements crétacés qui constituent les chaînes ou les massifs isolés de cette région sont, presque partout, couronnés par des lambeaux plus ou moins importants d'un étage suessonien se distinguant de ceux du sud-ouest et du nord-est par un faciès plus pélagique, et n'ayant pas subi les importantes dénivellations de ces derniers. C'est, le plus souvent, sous formes de grandes pyramides terminales (fig. 1, p. 309) ou de longs escarpements rocheux (fig. 2), couronnant le sommet des massifs, que l'étage suessonien de ces régions s'offre aux regards. Sa masse principale, au lieu d'être constituée par de nombreuses alternances de marnes et de calcaires à lumachelles ostréennes, est formée par une haute muraille de calcaires nummulitiques sub-cristallins blanc-rougeâtre, à laquelle sont subordonnés les marnes et les calcaires phosphatés ou siliceux de la base de l'étage. Au lieu de former des pendages presque verticaux sur le flanc des chaînes, ici l'étage suessonien couronne le plus souvent celles-ci et repose en stratification concordante sur les marnes ou les calcaires de la Craie supérieure, desquels il est souvent difficile de le séparer, comme au Guelaat-es-Snam par exemple. Ici nous voyons, en effet, les marnes feuilletées brunes inférieures de l'étage suessonien, reposer sur un puissant étage marneux, avec lequel elles semblent se confondre à première vue, et surmonter les hancs à *Inoceramus Cripsii* Mantell et à *Heteroceras (Turritites) polyplocum* Rœmer, de la Craie sénonienne. Dans ces marnes de transition, j'ai heureusement trouvé un niveau fossilifère qui ne permet pas de douter qu'elles appartiennent à la Craie supérieure et non à l'étage suessonien, avec lequel je les avais tout d'abord confondues. Les fossiles de ce niveau sont les suivants : *Pollicipes*

(*Mitella*) aff. *dorsatus* Steenstr., *Serpula* (*Vermicularia*) *umbonata* Sow., *Radiolites* sp., *Terebratulina chrysalis* Schloth., *Balanocrinus africanus* de Loriol, *Pentacrinus Peroni* de Lor., *Adelopneustes Lamberti* Thomas et Gauthier, *Porosphæra globosa* von Hagenow. Les calcaires bleuâtres à ciment qui supportent ces marnes fossilifères, sont remplis de Foraminifères d'assez grande taille étudiés par M. Schlumberger, principalement des Flabellines, des Nonionines et des Rotalines, parmi lesquels beaucoup de types de la Craie blanche du bassin parisien et de la Craie de Westphalie. Les marnes feuilletées brunes et gypsifères suessoniennes inférieures, qui surmontent sans discordance apparente cet ensemble crétacé, ne renferment aucun fossile. Ce n'est que beaucoup plus haut qu'apparaissent quelques moules de bivalves et d'univalves indéterminables, dans des calcaires plus ou moins siliceux auxquels succèdent des calcaires plus tendres et phosphatés, dans lesquels apparaît l'*Ostrea multicosata*, avec quelques rares Nummulites de petite taille. Les alternances assez minces de ces calcaires suessoniens se continuent jusqu'à la grande table de calcaire nummulitique qui, le plus souvent, termine l'étage; mais cette dernière supporte, dans quelques cas, comme aux djebels Charr et Dir-el-Kef, des lambeaux d'un second niveau marneux que caractérisent l'*Ostrea multicosata* et une très grande Huitre, qu'il est difficile de différencier de l'*Ostrea crassissima* des terrains miocènes.

Rien de plus curieux que les grandes tables nummulitiques qui terminent habituellement l'étage suessonien dans cette région. Celle du Guelaat-es-Snam, par exemple (Fig. 1, p. 374 et Pl. XII, fig. 6), qui culmine à 1452 mètres d'altitude, attire les regards de tous les points de l'horizon. C'est un immense bloc calcaire d'une seule pièce, cubant plus de 20 millions de mètres, ayant la forme d'un rectangle à pans coupés verticalement, d'une hauteur de plus de 50 mètres et posé presque en équilibre au sommet d'une pyramide quadrangulaire, dont la base repose sur un large massif de collines crétacées. Un étroit escalier, entaillé par les hommes dans l'escarpement nord de cette énorme table de géants, donne seul accès sur sa plate-forme supérieure, vers le milieu de laquelle se dressent les misérables masures d'une zaouïa, construites avec des débris de monuments antiques. Ce bloc de calcaire sub-cristallin rougeâtre, très dur, ne peut être comparé pour sa richesse en Nummulites qu'à ces fameux Monts-Ecrits (djebel Mokattam) des environs du Caire, dont les géologues voyageurs ont donné maintes fois la description. Les débris de Foraminifères y sont tellement abondants, que l'on ne pourrait y pratiquer sur n'importe quel point une coupe de quel-

ques centimètres carrés seulement, sans en rencontrer plusieurs dizaines. On peut dire, sans crainte d'exagérer, que ces organismes forment à eux seuls les 90/100 de la masse totale de la table du Guelaat-es-Snam. La roche elle-même est très homogène dans sa texture, mais on y rencontre cependant çà et là quelques petits grains anguleux de quartz parfois rougâtres, ainsi que quelques nodules gris, fondus dans la masse et contenant des traces d'acide phosphorique ; j'y ai aussi aperçu quelques fragments de dents de poissons. Mais, vers la partie supérieure de cette immense table, d'assez nombreuses empreintes d'Huitres viennent se mêler aux Nummulites ; j'ai pu reconnaître avec certitude l'*Ostrea multicostata* Desh. et très probablement aussi l'*Ostrea Clot-Beyi* Bell., dans le calcaire qui forme le palier supérieur de l'escalier dont il a été question plus haut. Malheureusement, je ne sais exactement à quelles espèces appartiennent les Nummulites du Guelaat-es-Snam, M. Munier-Chalmas, à qui j'ai remis mes échantillons, n'ayant pu encore les étudier ; tout ce que je puis en dire, c'est qu'elles me paraissent semblables à celles du Dir-el-Kef, appartenant d'après MM. Ficheur et Pomel, aux mêmes groupes que celles de Soukarras (Dekma) et de Tébessa (djebel Dir), c'est-à-dire aux groupes des *N. irregularis*, *N. planulata*, *N. Biarritzensis* et *N. Gizehensis*, qui caractérisent l'Éocène inférieur d'Algérie (1).

Les calcaires phosphatés qui, au Guelaat-es-Snam, se développent au-dessous de la table nummulitique qui vient d'être décrite, se présentent en bancs de 0 mètre 50 à 1 mètre d'épaisseur ; leur coloration est grise avec un léger pointillé fin brun ; leur structure est poreuse et leur consistance assez friable ; on y voit quelques nodules bruns plus volumineux et de nombreux coprolithes cylindriques semblables à ceux du S. O. et du N. E. Les seuls fossiles que j'aie recueillis dans ces calcaires consistent en dents de *Lamna compressa* Ag. et de *Carcharodon leptodon* Ag. ; la couche phosphatée la plus supérieure contient *Ostrea multicostata*, avec quelques très petites Nummulites. L'ensemble de ces bancs phosphatés ne m'a pas paru dépasser deux mètres ; ils alternent avec des marnes feuilletées brunes et quelques bancs de calcaires compacts jaunâtres, plus ou moins siliceux. La couche phosphatée la plus inférieure, épaisse de 0 mètre 40 environ, a donné 23,46 pour cent d'acide phosphorique ou 44,50 de phosphate tribasique.

Il y aurait donc, au Guelaat-es-Snam, des bancs de phosphate de chaux assez riches pour être exploités, si leur développement n'y

(1) Ficheur, *B. S. G. F.*, 3^e s., t. XVII, p. 360.

(2) Analyse de l'École des Mines, 1886.

était aussi limité. Mais c'est là un indice précieux et de nature, semble-t-il, à encourager les recherches dans cette région, surtout si l'on considère la grande extension de l'étage suessonien dans les montagnes de l'est et de l'ouest, ainsi que la proximité de nos deux voies ferrées : celle de Tébessa-Bône et celle d'Alger-Tunis. L'étage suessonien se montre bien développé sur de nombreux points du versant nord de la grande chaîne centrale, notamment dans le haut massif du Djebel Birèno, au sud de Thala, ainsi que dans le massif de l'Oum Delel, un peu plus à l'est ; à l'ouest, on le rencontre aux environs d'Haÿdra. C'est lui qui couronne les nombreux Kâlaa ou Guelaat du massif des Ouled Ayar, et nous le retrouvons encore bien développé entre le Guelaat-es-Snam et le Kef, dans le massif du Djebel Haauth ou Heoudh, dans lequel se trouve la vallée de Khammensa, l'une des plus riches en céréales de la contrée. Je n'ai pu découvrir, il est vrai, le niveau phosphaté de cette dernière région, que j'ai traversée trop rapidement, mais sa fertilité seule suffirait à indiquer sa présence au-dessous des bancs calcaires à Nummulites et à *Ostrea multicosata*, qui couronnent le massif tout entier. Si l'industrie des phosphates parvenait à s'implanter dans cette région fertile, elle trouverait un complément à son activité dans l'exploitation des mines de fer et de cuivre carbonaté des djebels Zerissa et Slata, lesquelles ne semblent être que la continuation orientale de l'important district minier de l'Ouenza, non encore exploité. Je dirai incidemment que des minerais du Djebel Zerissa envoyés par moi, en 1886, au laboratoire d'essai de l'École des Mines, ont donné jusqu'à 78,30 pour cent de peroxyde de fer et 4,80 d'oxyde rouge de manganèse, c'est-à-dire une richesse comparable à celle des mines du Mokta. Certaines parties de ce gîte, jadis exploité par les Romains, contiennent 10,66 pour cent de cuivre carbonaté vert. Mais ici, comme partout du reste, rien de sérieux ne pourra être tenté industriellement jusqu'à ce que des voies de communication suffisantes et économiques aient été créées.

B. — PHOSPHATES DE LA CRAIE SUPÉRIEURE

Toute la partie occidentale de la chaîne de Fériana, comprise entre les Khanguet Bou-Haya et Saf-Saf, appartient à la Craie supérieure. C'est à cette formation qu'appartiennent les djebels Dagla et Fériana, plissements longitudinaux de cette chaîne que sépare la petite vallée pliocène de l'oued Mamoura. Si, quittant le thalweg de l'oued Bou-Haya au point où il atteint l'extrémité orien-

tale du djebel Fériana, on s'engage dans l'étroite vallée longitudinale qui sépare cette montagne de son contre-fort sud le Kef-el-Hammam, on aperçoit bientôt une petite colline isolée, haute de sept à huit mètres seulement, qui occupe le milieu de la vallée et représente là, bien évidemment, un témoin de l'ancien massif dénudé par les érosions superficielles. Cette petite colline, dont le grand axe est allongé parallèlement à celui de la vallée, est entièrement constituée par des marnes calcaires grises, assez friables, grumeleuses par places, dans lesquelles s'intercalent quelques bancs de calcaire marneux grisâtre un peu rognonneux et presque horizontaux. En gravissant la pente raide du versant nord de ce petit Kef, je tombai sur un gîte extrêmement fossilifère, occupant son niveau marneux moyen; des milliers de moules de fossiles, tous recouverts d'une patine brune ou verdâtre, parmi lesquels dominaient des Rhynchonelles, gisaient à la surface de ces marnes. Je me crus positivement en présence d'une de ces gaizes phosphatées des Ardennes où abondent des moules de bivalves, à première vue en tout semblables, avec leur patine noire, verte, luisante, aux fossiles que j'avais sous les yeux. L'illusion se complétait par la présence, dans la marne de ce gîte, de coprolithes plus ou moins conglomérés, de quelques dents de poissons et surtout de ces grains verts ou glauconieux si caractéristiques du Gault phosphaté de France. Ne venais-je pas, du reste, de reconnaître non loin de là, dans l'Est, la présence de l'étage albien et même de l'étage urgaptien, dans les djebels Semama et Nouba? Je me crus donc dans l'étage albien, sans pouvoir m'expliquer toutefois sa présence sur ce point, dans un pli synclinal formé par deux chaînes manifestement sénoniennes. Mais il est si facile, pour les besoins de la cause, d'imaginer l'intervention de quelque faille? Par contre, il n'était pas facile de déterminer ces moules phosphatés de bivalves et d'univalves, que je venais de recueillir en si grand nombre; tout ce que je pouvais reconnaître, c'était le genre auquel ils appartenaient, et encore... Je ne fus désabusé que lorsque, un peu plus tard, je retrouvai quelques moules de fossiles identiques au sommet du djebel Dagla, dans les marnes au milieu desquelles j'avais recueilli la faune ci-après, qui est bien santonienne dans son ensemble : *Schlaenbachia Tunetana* Tho. et Per., *Acteonella involuta* Coq., *Ampullina bulbiformis* Sow., *Nerita Fourneli* Coq., *Pholadomya elliptica* Münst., *Arca Maresi* Coq., *Plicatula Ferryi* Coq., *Ostrea dichotoma* Coq., *Hemiaster Chauveneti* Per. et Gaut., *Holactypus excisus* Cott., *Salenia scutigera* Gray, *Diploctenium lunatum* Michel. D'autre part, le Kef-el-Hammam, duquel dépend le gisement phos-

phaté sus-décrié, m'avait lui-même livré la plupart des fossiles santonniens du Djebel Dagla, auxquels il convient d'ajouter : *Avicula gravida* Coq., *O. Boucheroni* Coq., *O. proboscidea* d'Arch., *O. (Pycnodonta) Costei* Coq., *Echinobrissus Daglensis* Tho. et Gaut. Enfin, tous mes doutes furent levés lorsque M. Peron eut reconnu, dans les moules de fossiles phosphatés du Kef-el-Hammam, des formes qui ne se rencontrent habituellement que dans la Craie supérieure d'Algérie et d'Europe. Tels sont *Xenophora* cfr. *onusta* Hisinger, *Turritella disjuncta* et *Pterocera Cotteaui* Tho. et Per., *Terebratula* aff. *sulcifera* Morris and Davids., *Rhynchonella* aff. *Cuvieri* d'Orb.

Donc, point de doute possible, le niveau phosphaté du Kef-el-Hammam, comme celui du Djebel Dagla, appartient non à l'étage du Gault, comme je l'avais cru tout d'abord, mais à l'étage santonien. La puissance des marnes phosphatées au Kef-el-Hammam est de deux à trois mètres ; dans leur partie moyenne, ces marnes présentent, sur une épaisseur d'un mètre environ, une sorte de conglomérat presque entièrement formé de petits coprolithes cylindriques réunis par un ciment calcaire grisâtre, poreux, criblé de petits grains verts et bruns très fins ; analogues à ceux du calcaire phosphaté suessonien du S. O. et du N. E. Ce conglomérat, analysé à l'École des Mines, a donné de 20 à 23,46 pour cent d'acide phosphorique, soit de 44 à 50,77 pour cent de phosphate tribasique, tandis que les marnes dans lesquelles il est intercalé ne renferment guère plus de 0,6 pour cent d'acide phosphorique. Les moules de fossiles bivalves et univalves à patine noire ou verdâtre, dont il a été question ci-dessus, et que l'on rencontre en grand nombre dans les marnes supérieures au conglomérat, renferment jusqu'à 48 pour cent de phosphate tribasique, d'après une analyse de M. Klobb.

Assurément, le petit affleurement des marnes phosphatées du Kef-el-Hammam ne saurait à lui seul donner lieu à une exploitation industrielle. Mais, ainsi que je l'ai dit plus haut, ce niveau se retrouve un peu plus au sud, dans le Djebel-Dagla et rien ne dit qu'on ne le retrouvera pas partout où affleurent les marnes santonniennes dans la longue chaîne de Fériana, aussi bien que dans les marnes santonniennes des djebels Bou-Driès et Bou-Gafer, un peu plus au nord.

C. — PHOSPHATES DE L'ÉTAGE ALBIEN

La grande chaîne du Cherb, qui sépare les hauts plateaux du sud-est de la Tunisie des chotts El Djérid et Fedjedj, présente, dans ses parties centrale et orientale, un beau développement des étages cénomaniens et albiens. Ce dernier y revêt un faciès analogue à celui,

bien connu par les travaux de MM. Peron, Pomel, Welsch et Choffat, de l'étage albien de l'Algérie et du sud de la péninsule hispanique. C'est aux Djebels Oum Ali, Oum-el-Oguel et Roumana, que les marnes glauconieuses et ferrugineuses de l'étage albien supérieur présentent un niveau fossilifère assez riche en acide phosphorique pour mériter ici une mention spéciale, bien que ces gisements ne paraissent pas, jusqu'à plus ample informé, susceptibles d'une exploitation industrielle rémunératrice. Ce n'est pas la première fois, du reste, que l'acide phosphorique combiné à la chaux est signalé en quantités notables dans l'étage albien du nord de l'Afrique. J'ai dit plus haut que M. G. Le Mesle l'avait depuis longtemps signalé dans les marnes ferrugineuses albiennes du Djebel Bou-Thaleb (Constantine), et j'ai moi-même appelé l'attention sur sa présence dans des moules de fossiles albiens des environs de Berrouagua et d'Aumale (Alger).

Il est très intéressant de constater que, en Algérie et en Tunisie, aussi bien que dans le sud, le centre et même le nord de l'Europe, partout où la phase finale de la mer albiennne a laissé des sédiments, ceux-ci offrent un faciès presque identique. Que ces sédiments soient désignés sous des noms différents, tels que Gault, Vraconien, Bellasien ou sous celui de zone à *Ammonites inflatus*, partout ils accusent une origine détritique, une période finale ou de transition et partout ils offrent une minéralisation caractéristique où dominant, suivant les localités, la silice libre, micacée ou glauconieuse, le fer, le gypse avec son compagnon fidèle, le chlorure de sodium, enfin l'acide phosphorique combiné à la chaux. Il semble qu'il a dû se passer, pendant cette période finale de la mer crétacée inférieure, des phénomènes d'une grande généralité, très analogues à ceux qui ont marqué le passage de la mer crétacée supérieure à la mer éocène, au moins en ce qui concerne le processus minéralisateur de leurs sédiments.

Quoi qu'il en soit, voici ce que l'on observe dans la chaîne du Cherb, au djebel Oum Ali par exemple. Au-dessus des calcaires et des marnes à Orbitolines découverts en 1884 par le chef actuel de la mission scientifique de la Tunisie, M. Doumet-Adanson (1), vient une puissante formation de grès ferrugineux et de marnes argileuses vertes, brunes, jaunes ou rouges, dont les couches les plus supérieures présentent un riche niveau fossilifère renfermant, outre de nombreux et très petits fragments de bois de Conifères silicifiés ou ferrugineux, la faune ci-après, déterminée par M. Peron :

(1) *Mission botanique en Tunisie*, 1884, p. 80.

— *Neolobites Vibrayeanus* d'Orb., *Turritella* aff. *Vibraycana* d'Orb., *Glaucônia* (*Cassiope*) *Picteti* Coq., *Nerinæa* cfr. *Utrillasi* de Vern., *Nerita pustulata* Tho. et Per., *Trochus cherbensis* Tho. et Per., *Natica* aff. *lævigata* d'Orb., *Protocardia hillana* Sow., *Circe* cfr. *conspicua* Coq., *Arca* aff. *Requieniana* Math., *Trigonia pseudocaudata* Tho. et Per., *Arcomya aptiensis* Coq. sp., *Nucula ovata* Mant., *Avicula* cfr. *tenouklensis* Coq., *Ostrea prælonga* Sharpe, *O. falco* Coq., *O. flabellata* Lamk., *Heteraster* (*Enallaster*) *Tissoti* Coq., *Echinobrissus eddisensis* Gauth., *Diplopodia cherbensis* Tho. et Gauth., *Phyllocænia* aff. *Ferryi* Coq. et coprolithes voisins de *Macropan Momatelli* Agass. La couche marneuse qui renferme cette faune se distingue par sa coloration jaune rougeâtre; elle est friable, grumeleuse, ses nodules ferrugineux et phosphatés sont remplis de grains fins de glauconie.

Comme on le voit, ce niveau a les plus grandes affinités, par sa faune et ses autres caractères, avec ces couches littorales et ligniteuses de la province de Teruel et d'Utrillas, que les explorateurs Coquand, de Verneuil, etc., avaient placées les unes dans l'Aptien, les autres dans le Néocomien supérieur, tandis qu'il résulte clairement des recherches de M. Choffat qu'elles appartiennent au Gault supérieur, ou plutôt même au Cénomaniens le plus inférieur ou Vraconnien, car on y trouve déjà *Ammonites inflatus*. Il a, de plus, son équivalent bien marqué en Algérie, à Eddis et Bou-Saada, au-dessus des grès albiens, supérieurs eux-mêmes aux calcaires à Orbitolines si bien décrits par M. Peron (1). Plus à l'ouest, M. Welsch l'a récemment retrouvé dans ces marnes argileuses jaunes et ces calcaires phosphatés grumeleux des Hauts-Plateaux d'Oran, qui sont inférieurs aux couches cénomaniennes à *Amm. inflatus* et contiennent les *Ostrea prælonga* et *O. falco* (2).

Tel est cet étage albien supérieur ou vraconnien de la chaîne du Cherb. Dans le niveau fossilifère qui vient d'être décrit, on trouve fréquemment, outre des coprolithes de Poissons ganoïdes riches en acide phosphorique, des nodules brun-verdâtre analogues aux *Coquins* de l'Argonne et contenant 9 pour cent d'acide phosphorique, ce qui représente environ 20 pour cent de phosphate tribasique. Les moules des fossiles sont également tous phosphatés, mais n'ont pas donné à l'analyse plus de 7 pour cent d'acide phosphorique, tandis que les coprolithes en contiennent jusqu'à 20 pour cent (3).

(1) *Description géologique de l'Algérie*, 1883, p. 77.

(2) *Terr. second. des env. de Tiaret et de Frenda*, thèse de 1890, p. 148

(3) Analyses de M. Klobb.

Nous sommes loin, comme on le voit, d'une richesse comparable à celle qu'offre l'étage suessonien. Mais, je le répète, mes observations rapides n'ont pas porté sur un nombre ni sur un choix suffisants d'échantillons, pour qu'on puisse en tirer la conséquence qu'il n'existe pas, dans l'étage albien de la Tunisie, des couches phosphatées assez riches pour être exploitées. Ce ne sont là que de simples et très sommaires indications, dont des études de détail comme celles qu'a su faire M. Mercier au Tseldja, tireront peut-être un utile profit. Les recherches devront se poursuivre, dans la chaîne du Cherb, depuis le djebel Oum-Ali jusqu'au djebel Roumana, en longeant le versant nord de la chaîne; on devra les étendre au djebel Semsî, sur le versant sud du massif d'El Aïeïcha, où j'ai reconnu l'existence de l'étage albien.

RÉSUMÉ. — Comme on le voit d'après ce qui précède, le phosphate de chaux existe abondamment dans les régions sud et nord des hauts-plateaux de la Tunisie, depuis les Chotts jusqu'à la Medjerdah. La remarque qu'avait jadis faite l'ingénieur des mines J. Tissot en Algérie, de la relation constante du terrain suessonien avec les régions riches en céréales, se vérifie ici par la richesse en acide phosphorique et le grand développement de cette formation géologique. Nous savons donc, aujourd'hui, quel fut l'élément actif de cette fécondité si remarquable qui valut à la province romaine d'Afrique le qualificatif de « grenier de Rome. »

De l'ensemble des faits qui viennent d'être exposés, il semble permis de dégager les conclusions pratiques ci-après :

a. — Les plus importants et les plus riches gisements de phosphate de chaux des hauts-plateaux de la Tunisie sont ceux du sud-ouest. D'une manière générale, la richesse de ces gisements appartenant à l'étage suessonien inférieur, diminue à mesure que cette formation perd son caractère littoral et revêt le faciès nummulitique, c'est-à-dire en allant du sud vers le nord.

b. — Les gisements suessonien du sud-ouest peuvent donner lieu à une exploitation importante et très rémunératrice, à la seule condition qu'une voie ferrée les reliera à la mer. Ils se distinguent par l'étendue et la régularité de leurs affleurements, tous exploitables à ciel ouvert et se poursuivant, sur certains points, sans interruption, sur des longueurs de 20 à 60 kilomètres; par la constance de leur teneur en acide phosphorique et par la qualité exceptionnelle de leur phosphate, d'un broyage facile et ne contenant que des traces de fer et d'alumine; enfin, par la proximité de cours d'eau permanents, permettant un enrichissement sur place de 7 à 8 pour

cent, ce qui portera leur teneur moyenne en phosphate à 60 pour cent au minimum, celle-ci pouvant atteindre dans certaines couches 70 pour cent. On peut compter sur un minimum de dix millions de tonnes de ce phosphate à extraire à ciel ouvert, rien que dans le massif occidental de Gafsa.

c. — Les gîtes suessonniens du nord-est et du nord-ouest, encore incomplètement reconnus, seront probablement aussi susceptibles d'une exploitation industrielle, bien que leur richesse moyenne en phosphate ne semble qu'exceptionnellement atteindre 50 pour cent avant lavage.

d. — Les quelques gisements crétacés reconnus jusqu'à ce jour dans les étages albien supérieur et santonien, ne paraissent pas susceptibles d'une exploitation rémunératrice.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII

FIGURES 1 & 2.

- C Etages turonien, santonien et danien.
 S — suessonien.
 PH Niveaux phosphatés.
 G Gypses métamorphiques stratifiés.
 P Etage pliocène à *bois silicifiés*.
 Q Alluvions quaternaires de la vallée de l'oued Frid.

FIG. 3.

- C₁ Gros bancs calcaires avec lits de rognons siliceux et traces de Rudistes (Turonien?).
 C₂ Calcaires compacts blanc rougeâtres à empreintes d'Inocérames; marnes brunes à la base (Sénonien?).
 S₁ Marnes feuilletées brunes, gypsifères et salifères, à nodules pyriteux et quelques moules phosphatés de Lucines et autres bivalves (Suessonien).
 S₂ Calcaires compacts blanc-jaunâtre, à *Turritella Delettrei* Coq., *Venus Grenieri* Coq., etc. — Calcaires à lumachelles d'*Ostrea multicosata* Desh. — Marnes gypsifères brunes, avec un niveau calcaréo-gypseux riche en *Cerithium Tunetanum*, *C. rediviosum* et *C. Tseljaticum* Locard.
 PH Nombreuses alternances de calcaires phosphatés tendres à dents, ossements et coprolithes de Poissons, de calcaires à lumachelles d'*Ostrea multicosata* var. *strictiplicata* Raul. et Delb., *O. rotundata* Loc., etc., et de marnes brunes ou verdâtres, feuilletées, parfois noduleuses et phosphatées. Puissance totale = env. 400 mètres.
 S₃ Gros bancs de calcaires plus ou moins siliceux, à lumachelles d'*O. multicosata* et gros rognons de silex brun.
 G Gypses stratifiés blanc-rougeâtre.
 P Sables et marnes pliocènes, représentés par des lambeaux de terrasses.
 Q Alluvions quaternaires du Cholt.

FIG. 4.

- C Calcaires turoniens et sénoniens du djebel Zeréf.
 S₁ Marnes argileuses brunes gypsifères, salifères et strontianifères, à nodules pyriteux, formant la base de l'étage suessonien.
 S₂ Nombreuses alternances de marnes feuilletées brunes gypsifères, de calcaires marneux compacts blanc-jaunâtre, de calcaires à lumachelles d'*Ostrea bellovacina* Lamk., *O. Clot-Beyi* Bellar., *O. Archiaciana* d'Orb. et *O. aff.*

uncifera Leym. — Vers la partie supérieure apparaissent des calcaires plus ou moins phosphatés, à *Thersitea ponderosa* Coq., *Aporrhais*, *Turritella*, *Venus Matheroni* et *Grenieri* Coq., *Cardita* aff. *planicosta* Lamk., etc.

- PH Calcaires phosphatés gris, tendres, et marnes brun-verdâtre plus ou moins noduleuses, riches en coprolithes, en ossements de *Crocodyliens* et en dents d'*Odontaspis elegans* et *Hopei* Ag., de *Lamna compressa* et *crassidens* Ag., de *Myliobates Thomasi* Sauvage, d'*Otodus macrotus* et *obliquus* Ag.; des moules phosphatés d'*Aporrhais*, de Natices, de Cardites, dont une, *C. gracilis* Loc., est caractéristique de ce niveau, abondent dans les marnes.
- S₃ Nombreuses alternances de calcaires compacts jaunâtres à gros rognons de silice brun et de calcaires à lumachelles ostréennes puissantes. A la base existe un gros banc d'*Ostrea multicosata* var. *gigantea*. Dans les bancs supérieurs, on trouve toutes les variétés de l'*O. multicosata*, avec *O. bellovacina* Lamk, et *O. Clot-Beyi* Bellar. Dans les calcaires intermédiaires, on trouve des lumachelles siliceuses entièrement formées de Cardites, et un niveau riche en *Thersitea gracilis* Coq., *T. Contejeani* Coq. sp., *Turbo ambifarius* Loc., *Cardium* aff. *hians* Broc., etc.
- P Sables jaunes et marnes rouges pliocènes, à bois silicifiés.

FIG. 5.

- PH Marnes feuilletées brunes, gypsifères et strontianifères. Calcaires et marnes phosphatés à coprolithes et dents de Poissons: *Odontaspis elegans* et aff. *Hopei* Ag., *Sargus*, etc.
- S₁ Calcaires gypseux et siliceux légèrement phosphatés, avec petites *Nummulites* et moules de *Gastropodes* indéterminables.
- S₂ Nombreuses alternances de marnes grises, de calcaires à lumachelles d'*Ostrea multicosata* Desh., var. *strictiplicata* et *rotundata*, *O. Clot-Beyi* Bellar. et de calcaires compacts jaunâtres à *Natica* aff. *cepacea* Lamk., *N. aff. sigaretina* Desh., *Venus Grenieri* Coq., *Pectunculus polymorphus* Desh., *Periaster* sp., *Echinolampas Goujoni* Pomel, *Scutellina concava* Tho. et Gau., etc.
- S₃ Marnes brunes et calcaires à lumachelles d'*O. multicosata* var. *gryphoides* Loc.
- S₄ Marnes brunes gypsifères à *Turbinella prisca* Loc., *Carolia placunoides* Cantraine, etc.
- N Calcaires gréseux et marnes ferrugineuses, jaunes et rouges, ces dernières grumeleuses, à petites *Nummulites*, *Voluta jugosa* Sow., *V. Edwardsi* d'Arch. et Haime, *Cassidaria* sp., *Pirula antiqua* Loc., *Turritella palatera*, *T. obruta*, *T. elicta* et *T. avita* Loc., *Solarium* sp., *Pecten subtripartitus* d'Arch. et Haime, *Euspatagus Cossoni* et *E. Mestei* Tho. et Gau. *Echinolampas Perrieri* de Lor.
- NS Calcaires gréseux et marnes ferrugineuses à *Conus*, *Murex*, *Cerithium*, *Cerithiopsis*, *Turritella*, *Nerita*, *Turbo*, *Zizyphinus* sp., à dents de *Carcharodon* aff. *angustidens* Ag., etc.
- P Sables et marnes pliocènes.

FIG. 6.

- C₄ Calcaires, grès et marnes cénomaniens?
- C₃ Calcaires et marnes à *Schlaenbachia Tunetana* Tho. et Per., *Pecten Dulemplei* d'Orb., *Ostrea canaliculata* Sow.
- C₂ Calcaires à *Heteroceras (Turritites) polyplocum* Rœm., *Inoceramus Crispii*? Foraminifères, etc.
- C₁ Marnes schisteuses brunes et grises et calcaires rognonneux à *Radiolites* sp., *Terebratulina chrysalis* Schloth., *Adelopneustes Lamberti* Tho. et Gau., *Balanocrinus* et *Pentacrinus* sp., *Pollicipes*, *Serpula umbonata* Sow.
- S₁ Marnes gypseuses brunes et calcaires marneux suessonniens?
- PH Marnes brunes feuilletées, calcaires phosphatés à *O. multicosata*, petites *Nummulites* et calcaires compacts jaunes siliceux.
- S₂ Calcaires jaunes en petits bancs, à *O. multicosata* et petites *Nummulites*.
- N Grande table de calcaire rougeâtre subcristallin, entièrement pétri de grandes *Nummulites*, avec *O. multicosata* et *O. Clot-Beyi*? à sa partie supérieure. Puissance = env. 60 mètres.

NOTE SUR LA GÉOLOGIE DE L'EXTRÊME SUD
DE LA TUNISIE (1)

par M. **AUBERT.**

A trente kilomètres au sud de Gabès commence une chaîne qui s'étend jusqu'en Tripolitaine et qui comprend le plateau des Matmata, le plateau de Toujane, le plateau des Ahouaya, le djebel oum el Kasba, le djebel Zerzour, le djebel Zraïa, etc.

Cette chaîne est constituée en général par une série de plateaux s'étageant les uns au dessus des autres, penchant uniformément à l'ouest et découpés par une série de ravins ou de rivières (oueds), généralement à sec.

Du côté de Gabès, les plateaux supérieurs s'inclinent légèrement au nord et viennent s'étendre en partie dans la plaine.

Du côté de l'ouest, tous les plateaux viennent mourir dans la plaine qui s'étend entre le djebel Tebaga et cette chaîne et se termine au sud par la région de l'Erg.

A l'est, ces plateaux se terminent par des falaises successives dont la plus importante est celle de Tourane, qui, partant des Beni Zelten, se prolonge avec constance jusqu'à Douirat et au-delà et forme la ligne de séparation des eaux de la chaîne.

La chaîne se prolonge par quelques rameaux dont le plus important est le djebel Tebaga et le djebel Souenia.

Au sud, la chaîne se sépare en deux un petit peu plus bas que le plateau des Ahouaya, mais la séparation n'est nette qu'au sud de Douirat; l'Oued Darcen, qui se trouve entre les deux chaînes, coule alors complètement du nord au sud.

La chaîne est s'épanouit en Tripolitaine dans les Oudernas.

Entre le massif et la mer se trouve une plaine penchant uniformément vers l'est et découpée par des oueds, coulant dans une direction perpendiculaire au rivage de Gabès.

A la Sebkhâ Melah la plaine se relève et vient former la presque île de Zarzis et au-delà l'île de Djerba.

Dans cette immense plaine apparaît le pointement isolé du djebel Tajera qui surmonte Kasseur Metameur.

Les terrains que l'on rencontre dans ces différentes régions sont :

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 2 mars.

Les terrains quaternaires: dunes, alluvions anciennes et récentes, cordons littoraux.

Le Pliocène.

Le Crétacé supérieur.

Le Cénomanién.

Le Jurassique.

QUATERNAIRE

Les formations quaternaires sont généralement sablonneuses; elles s'observent dans toutes les dépressions de la plaine, où il est difficile de les distinguer du Pliocène remanié.

Une grande partie de cette formation est due à l'action du vent, qui a accumulé des quantités de sables considérables dans toutes les dépressions de la chaîne, notamment sur tout le versant Ouest.

Un des points les plus curieux est le plateau des Ahouaya qui, élevé de 150 mètres au-dessus du niveau de la plaine, est recouvert d'un sable argileux rougeâtre cultivé en un grand nombre de points.

Les cordons littoraux méritent une mention spéciale: ils comprennent un calcaire coquillier à *Strombus mediterraneus* blanc, de consistance et d'épaisseur variables: il est localisé près de la côte; on le rencontre à des altitudes variables; c'est lui qui a fourni les matériaux de construction des différentes ruines qui se trouvent sur la côte. Il se développe notamment à Zarzis, en dessous du Bordj, et y paraît avoir une épaisseur de 1 mètre 60 environ.

Il se rencontre également, avec cette épaisseur, près de Houmt-Souk, mais il offre alors peu de consistance.

Il est souvent recouvert par des terrains plus récents: dunes ou alluvions; il est nettement supérieur à un calcaire d'eau douce très développé dans l'extrême sud et dont nous parlons ci-dessous.

CALCAIRES D'EAU DOUCE

Ces calcaires forment comme une carapace aux terrains sous-jacents, mais ils sont particulièrement développés en dessus des sables pliocènes.

Ce sont des calcaires bruns siliceux, à pâte fine et concrétionnés; ils ne forment jamais de bancs continus, mais peuvent donner des blocs d'une épaisseur de 20 et 30 centimètres; très souvent, à la partie inférieure, ils deviennent blancs et tendres.

Ils sont disposés suivant les pentes naturelles du terrain, tout en ne présentant jamais qu'une faible inclinaison.

Les seuls fossiles qu'on y rencontre sont des *Helix* indéterminables.

Ils sont en dessous des cordons littoraux, ainsi qu'on peut le voir en face de Houmt Adjim et comme l'a montré nettement un sondage effectué à Houmt-Souk (île de Djerba) par le Service des Mines de la Régence; ce sondage a traversé d'abord le cordon littoral, puis les travertins en question.

Ils nous paraissent donc assez anciens, et dater au moins du commencement de l'époque actuelle.

A Sfax, un autre sondage effectué par le Service des Mines, après avoir traversé des alluvions, a rencontré, à 15 mètres de profondeur, des graviers contenant des débris de ces calcaires.

PLIOCÈNE

Le Pliocène qui vient en dessous est un terrain de transport presque entièrement composé de sables argileux et siliceux d'une couleur variant du jaune au rouge; son épaisseur maxima paraît être de 100 mètres, épaisseur que l'on a rencontrée dans le sondage de Houmt-Souk; à Zarzis, ils n'ont plus présenté qu'une épaisseur de 70 mètres.

Quelques bancs d'argile gypseuse sans grande épaisseur se rencontrent dans cette formation. Il faut en excepter cependant les articles rougeâtres qui se trouvent à Guellala, dans l'île de Djerba et se retrouvent en falaise sur le continent, en face de Houmt-Adjim.

Ces argiles contiennent des agglomérations de cristaux de gypse, elles ont une puissance d'au moins 10 mètres.

A Guellala, à Houmt Cedouikch, elles sont exploitées pour la fabrication de poteries jouissant d'une certaine renommée.

Seules, les couches d'argile du Pliocène forment saillie, les autres bancs dans la plaine sont toujours recouverts par des terrains superficiels; il est donc bien difficile de tracer leur limite.

En dessous de cette formation, se trouvent des argiles bleuâtres qui n'affleurent nulle part, mais qui ont été rencontrées au fond du sondage de Houmt-Souk; elles contenaient en ce point des débris de *Pecten* en quantité, ainsi que de nombreuses pinces de crabes.

Nous avons rapproché ces argiles de celles de Bir-Tella, sur la route de Tunis à Bizerte, argiles qui se trouvent en dessous de la mollasse pliocène et que nous avons rapportées au Miocène supérieur ou Sahélien. L'aspect de la faune contenue dans ces argiles paraît être la même aux deux endroits; la composition chimique ne diffère pas sensiblement.

A Zarzis, le sondage entrepris par le Service des Mines a rencontré,

en dessous du Pliocène lacustre, des argiles bleuâtres, puis en dessous des sables, que nous avons rapportés à la même formation et qui contiennent une nappe artésienne.

En dessous du Sahélien, il ne nous semble pas qu'il y ait d'autres terrains avant d'arriver au Crétacé; peut-être cependant en faut-il excepter l'Helvétien, dont la présence se trahirait à la surface par l'existence de bois fossiles.

Nous n'avons du reste relevé les affleurements d'aucun terme de l'Eocène le long de la chaîne des Matmata.

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

Le Crétacé supérieur comprend comme terme dominant des calcaires compacts en dalles, en bancs peu épais, parfois subcristallins et qui ont une épaisseur de 50 à 60 mètres.

Les seuls fossiles que nous y avons rencontrés sont des *Inoceramus regularis*, que l'on trouve en abondance dans les carrières du djebel Dissa.

Ces calcaires sont surmontés eux-mêmes d'un terme manquant dans la chaîne des Matmata, mais qui se rencontre dans le massif situé entre Gabès et El-Hamma, formant une série de pitons dans le dj. Zemlet El-Halouga.

Ce sont les mêmes calcaires qui forment le Koudiat Hameimet, entre Gabès et la chaîne nord des Chots.

En dessous de ces calcaires, on rencontre quelques marnes avec calcaires intercalés qui contiennent des *Echinobrissus pseudominimus* (Kalaa des Matmata, gisement que nous avait indiqué M. Blanc, inspecteur des forêts).

En dessous arrive un dernier terme calcaire ayant sensiblement les mêmes caractères lithologiques que le premier.

Le Crétacé supérieur tel que nous venons de le décrire occupe tout le versant ouest de la chaîne, il descend même jusqu'à Haddège; au sud, il forme toute une série de promontoires qui s'avancent sur le plateau cénomanien en portant les noms de djebel Oulm-el-Kasba, djebel Assasia, djebel Hottan, djebel Chabet-el-Hadj, sous le parallèle de Guermessa, il forme des lambeaux très découpés, qui se rapprochent du bord de la falaise cénomanienne; en face de Douirat même, il surmonte la falaise au djebel Charret. Il est probable que c'est encore le Crétacé supérieur qui forme le ksar Sitana.

CÉNOMANIEN

Le Cénomaniens comprend toute une série de bancs calcaires

dolomitiques de couleurs diverses et qui sont très nettement réglés; quelques bancs de marnes et de gypses sont subordonnés à ces calcaires.

Quelques-uns des bancs calcaires forment barres et peuvent servir de point de repère en allant presque d'un bout à l'autre de la chaîne; le plus important est celui du sommet, formé d'un calcaire dolomitique légèrement carié, jaune-gris, et contenant, par places, des rognons de silex; c'est tout à fait le faciès du Rotomanien du centre de la Tunisie (djebel Zitoun, djebel Selloum, djebel Semmama, etc.)

Vers la base, cette formation se charge de marnes grises ou verdâtres, ou jaunes; les calcaires sont alors généralement jaunes et disposés en longues dalles: cette partie de la formation rappelle tout à fait le système marno-calcaire qui surmonte le djebel Amin-el-Aioun, au nord des Chotts, et qui comprend en quantité l'*Ostrea Mermeti* et l'*O. flabellata*.

Au contraire, la formation, dans la chaîne de Matmata, est très peu fossilifère: nous y avons toutefois rencontré en dessous de la barre principale, dans des parties tendres, l'*Hemiaster batnensis*, l'*Heterodiadema lybicum*, l'*Ostrea flabellata*; enfin, dans les parties inférieures, l'*O. lingua*?

Le Cénomaniën se développe sur le versant est de la chaîne: au nord, on le trouve près de Hadège, puis il forme le djebel Ouarifen, le Semlet-el-Aram, le plateau de Toujane, les plateaux surmontant le plateau des Ahouyaya, il se montre également au Smou-R'niahn; enfin, il forme tout le versant est de la chaîne qui s'étend jusqu'à Douirat et au-delà.

Dans la plaine, il forme les pointements isolés du djebel Tadjera, du Semlet-el-Ben; on le rencontre enfin au fond des ravins qui vont de Kasseur Metameur et Kasseur Medinine à la mer.

JURASSIQUE

Nous rattachons au Jurassique toute une formation de grès qui, partant du djebel Tebaga, se rencontre au pied de la chaîne est, surmonté du Cénomaniën qui repose dessus, en discordance de stratification.

Nous y rattacherons également une formation de calcaires et de grès qui forme la deuxième chaîne, à l'est de celle de Douirat.

A la hauteur de Goumrassen, cette formation comprend des grès ou plutôt des sables chargés de gypse, verts ou blancs, qui arrivent jusqu'au pied de la chaîne de Douirat et se chargent alors de parties

ferrugineuses; ils sont entrecoupés de bancs de calcaires dolomitiques assez bien réglés, de consistance variable, mais dure généralement, et de quelques calcaires noduleux.

L'un des bancs de calcaires a une importance tout à fait particulière : il forme une falaise continue qui part de Goumrassen, va à Haddedda où elle se perd, forme au sud les crêtes du djebel Tlallet et celles du djebel Bethoul.

La formation est fossilifère près de cette barre; elle contient des coraux en quantité, soit dans le calcaire, soit dans les sables; on y rencontre en outre une faune qui, dans son ensemble, rappelle celles de certaines formations jurassiques d'Algérie : des mytils, des petites huîtres, des trigonies et enfin des oursins du genre *Acrosalenia*; il semble donc bien que l'on doive rapporter la formation au Jurassique.

Dans cette partie la formation a des directions sensiblement nord-sud, et plonge à l'ouest.

Au djebel Tebaga, on rencontre sans doute la même formation : grès avec calcaires noduleux, les grès étant alors généralement roux; on y rencontre également des coraux.

La formation en ce point plonge au nord et est orientée suivant la direction du Tebaga, c'est-à-dire presque est-ouest.

En dessous arrive une puissante formation de grès siliceux ferrugineux rappelant les grès des Vosges : elle plonge au nord avec la même direction, on la poursuit au pied de la chaîne, où elle est recouverte par le Cénomaniens qui repose dessus en discordance de stratification; on la rencontre ainsi au pied du Semlet-El-Negueb, du plateau des Ahouaya et du djebel Smou R'niahn.

Enfin on la rencontre également au pied du djebel Tadjera, près de Métameur, toujours surmontée par le Cénomaniens.

Par analogie avec les grès de la province d'Oran, nous pensons que cette formation doit être rapportée à l'étage corallien.

LE MIOCÈNE DANS LES ENVIRONS DE TIARET,
DÉPARTEMENT D'ORAN, ALGÉRIE (1)

par M. J. WELSCH.

Les terrains tertiaires que l'on trouve dans les environs de Tiaret, à la limite de l'Atlas méditerranéen et des Hauts Plateaux Oranais, appartiennent au système miocène et représentent à peu près l'ancien *Miocène moyen* des auteurs (étages *langhien* et *helvétien*, avec peut-être une partie du *Tortonien*).

Ils jouent un assez grand rôle dans la disposition générale de la région. C'est ainsi qu'ils constituent, près de Tiaret, une véritable barre de collines séparant les Hauts Plateaux d'avec le Tell, sur une vingtaine de kilomètres.

On en trouve encore quelques lambeaux isolés, au sud de cette crête, sur les plateaux du Seressou, près de la cascade de la Mina, jusqu'à 15 kilomètres environ de Tiaret. Ils ne jouent alors aucun rôle dans la géographie physique de la région.

M. Pomel a donné des renseignements généraux sur ces couches, notamment dans sa *Description stratigraphique générale de l'Algérie*, en 1889.

Voici quelques-unes des coupes les plus importantes :

N° 1. *Coupe prise à Tiaret, du nord au sud* (fig. 1). — Au nord de Tiaret, le plateau de Bou Ghuedoun est constitué par des dolomies appartenant au Jurassique supérieur, qui laissent quelquefois voir au-dessous des argiles oxfordiennes. En allant au sud, on traverse la série miocène suivante, de bas en haut :

H₁. *Calcaires à Lithothamnium*. Ils occupent le flanc nord de la vallée du Tillilal, et forment quelquefois de grandes surfaces dallées, car ils ont été usés et polis par les eaux. On peut les étudier sur de grandes étendues. Ils plongent au sud.

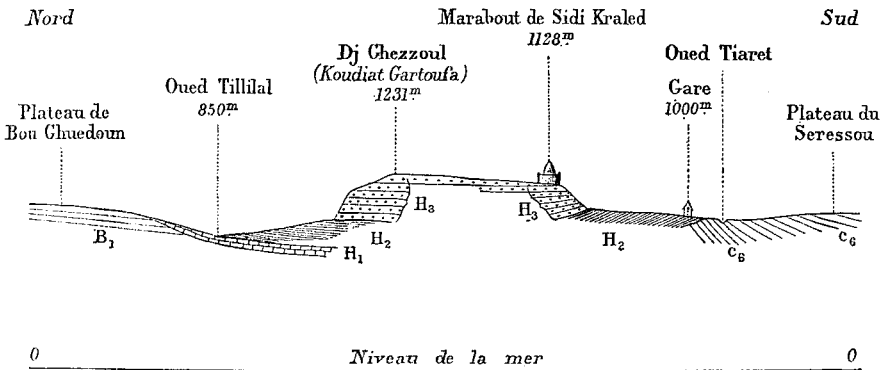
H₂. *Marne argileuse grise*, occupant en général la vallée du Tillilal, surtout le flanc sud. Leur surface est défrichée.

H₃. *Grès jaunes*, couverts de broussailles. Ils constituent le djebel Ghezzoul et plongent légèrement au sud. La ville de Tiaret et le marabout de Sidi Khraled sont bâtis sur les pentes sud

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 16 mars 1891.

de cette crête. Du côté nord, ces grès forment de magnifiques escarpements, que l'on peut étudier le long de la route de Tiaret à Relizane. Celle-ci traverse, du reste, presque tout l'ensemble de ces couches, au col de Guertoufa. D'après les différences d'altitude du fond de la vallée et du sommet de la

Fig. 1.
Coupe du terrain miocène de Tiaret.



Echelle des longueurs $\frac{1}{100\ 000}$.

» » hauteurs $\frac{1}{50\ 000}$.

B₁ Dolomies (Jurassique supérieur).

C₆ Calcaires cénomaniens à *Ostrea olisiponensis*.

H₁ Calcaires à Mélobésies

H₂ Argiles grises

H₃ Grès

} Miocène inférieur et moyen.

crête au Koudiat Gartoufa, l'épaisseur des assises H₁, H₂ et H₃ dépasse 400 mètres.

H₂ En descendant de Tiaret au Seressou, on retrouve les *marnes argileuses* grises H₂, au-dessous des grès. Elles peuvent s'étudier très facilement autour de la gare, où on a fait de grands travaux de déblaiement en 1887 et 1888.

Je n'ai pas retrouvé, au-dessous, l'assise calcaire H₁. Elle n'y existe probablement pas, ou bien elle est très réduite. Je dois ajouter qu'il n'y a pas de ravin ou de coupe artificielle entamant à la fois les marnes H₂ et leur substratum qui est formé par les calcaires cénomaniens à *Ostrea olisiponensis*.

N^o 2. Coupe prise au pont de Tagdempt. — Les travaux du chemin de fer ont été considérables autour de l'ancienne ville

d'Abd-el-Kader, en 1887 et 1888, pour la traversée des gorges de l'Oued Tiaret inférieur. On trouve partout de magnifiques coupes de terrain miocène, pour les zones supérieures.

Au pont de fer de l'Oued Medfouna, on peut relever une coupe, qui peut être considérée comme la suite de la précédente.

H₃. Dessous le pont, on voit les *grès sableux jaunes*, dont le grain est très fin. Leurs couches sont presque horizontales. L'épaisseur est assez forte depuis le fond du ravin. On ne voit pas le substratum à leur partie inférieure. Ces grès présentent des intercalations de poudingues à gros éléments, en zones à peu près concordantes avec les couches gréseuses. On peut les étudier notamment dans la tranchée qui part du pont pour aller vers la gare. On voit que la pâte de ces poudingues est identique au grès qui les enveloppe. Quelquefois même, on voit le passage se faire insensiblement du poudingue au grès. De plus, on trouve des cailloux roulés isolés dans la masse des sables gréseux.

H₄. Au-dessus du chemin de fer, les *poudingues* finissent par prédominer et constituent les sommets des mamelons compris entre l'Oued Khandjar et l'Oued Tiaret. On peut les étudier dans les tranchées de la route nouvelle qui va de la gare de Tagdempt à Tiaret, et qui passe au-dessus du chemin de fer. Je donnerai une description complète de ces poudingues, en traitant de l'assise en général.

On voit aussi ces couches de poudingues le long du chemin de fer, en le suivant vers Tiaret. Elles s'abaissent peu à peu au niveau de la voie. L'épaisseur doit atteindre près de 100 m.

On peut relever des coupes analogues, tout le long des collines de Tiaret, de Tagdempt et des montagnes de Seffalou.

Coupe n° 3. — C'est ainsi que la figure 2 représente la constitution et la disposition des assises miocènes à l'ouest de Tiaret, à partir de 12 kilom. environ. Cette coupe est à peu près exacte sur une longueur est-ouest de 10 kilom. environ, depuis Tagdempt jusqu'au delà de Sidi Ali ben Amar. La légende suffit comme explication.

Division du terrain tertiaire en quatre zones. — En comparant ces coupes, on voit que le Miocène de Tiaret peut être partagé en quatre zones très nettes, au point de vue lithologique :

H₁ *Calcaires à Lithothamnium* (Mélobésies, Algues calcaires).

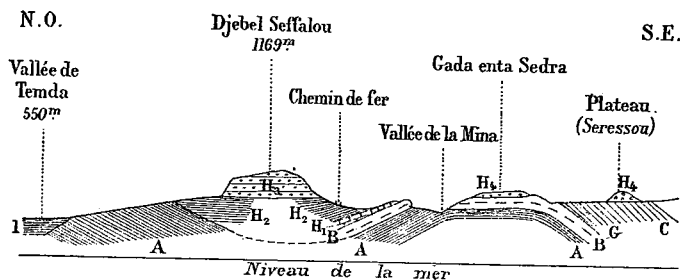
H₂. *Marne argileuse grise.*

H₃. *Grès jaunes.*

H₄. *Poudingues.*

Fig. 2.

Coupe par le Djebel Seffalou.



Échelle des longueurs $\frac{1}{400000}$
 » » hauteurs $\frac{1}{100000}$

A. Argiles oxfordiennes.

B. Dolomie (Jurassique supérieur).

G, C. Gault et Cénomaniens.

H₁ Calcaires à *Lithothamnium*.

H₂ Marne grise.

H₃ Grès jaunes.

H₄ Poudingues.

L. Limon quaternaire.

} Miocène.

Généralités. — Dans le ravin de Seffalou, on trouve *Ostrea crassissima*, au milieu des marnes H₂. Cette zone appartient donc au Miocène moyen.

Dans les calcaires à *Lithothamnium*, j'ai trouvé *Echinolampas Soumatensis* Pomel et *Pecten cf. Fuchsi* Fontannes, en deux points différents, ravin de Seffalou et oued Merzekellal, près de la route de Relizane. De plus, cette zone calcaire H₁ est, en Algérie, le gisement principal des clypéastres. Elle représente la base de l'ancien Miocène moyen, c'est-à-dire le commencement du Miocène à partir de l'Oligocène.

Quant à la zone des poudingues H₄, elle présente des caractères contradictoires. En effet, ces poudingues reposent quelquefois directement sur les couches crétacées et jurassiques ; ce qui dénote un changement considérable dans la distribution des eaux après le dépôt des grès jaunes. Ils peuvent donc représenter la partie supérieure du Miocène moyen ou bien le Miocène supérieur.

Caractères lithologiques. — *Assise H₁.* — Elle est constituée par

des *calcaires à Lithothamnium* souvent très compacts, alternant avec des conglomérats et des calcaires gréseux. Le calcaire est gris clair avec nombreuses traînées blanches, dues aux Algues calcaires (*Mélobésies, Lithothamnium*).

Assise H₂. — Les *Marnes schisteuses* grises sont quelquefois entremêlées de bancs gréseux jaunes. On peut les étudier dans les talus de la gare de Tiaret et dans les briqueteries qui se trouvent près de cette ville, soit sur la route de Tagdempt, soit sur celle de Guertoufa. Les tranchées du chemin de fer sont presque constamment à leur niveau depuis Tagdempt jusqu'à Méchera-sfa et au-delà.

Autour de la gare, à Tiaret, on voit que ces marnes sont parcourues, dans tous les sens, par un réseau de lignes jaunâtres, où les sels de fer et le sable fin paraissent se concentrer. L'épaisseur de ces bandes atteint souvent trois centimètres. Dans certains cas, elles présentent, dans leur partie médiane, une ligne de séparation qui répond à une ancienne cassure de la marne ; la concentration des sels de fer s'est faite alors le long de cette fente. D'autres fois, ces lignes sont tout à fait irrégulières, courbes ou circulaires, sans que l'on puisse distinguer les raisons qui ont amené leur formation.

Souvent, il y a des bancs gréseux jaunes à leur partie supérieure ; on en trouve quelquefois dans toute leur épaisseur, comme dans l'Oued Merzekellal. Leur principal développement a lieu à l'Oued *Djema*, entre Seffalou et Méchera-sfa. Ces bancs gréseux intercalés dépassent alors 20^m d'épaisseur.

Assise H₃. — *Grès jaunes*. — Ils sont constitués par les bancs épais de quelques centimètres à 1 et 2^m. Ils sont quelquefois durs, mais, le plus souvent, sableux. Leur couleur est le jaune plus ou moins clair ; quelquefois, ils sont blancs. Ils constituent un sol sablonneux.

On peut les étudier facilement le long de la route de Tiaret à Guertoufa, et aussi dans les rues du nouveau Tiaret, autour de la mosquée. On voit qu'ils présentent alors de très minces intercalations marneuses, que l'on peut suivre pour constater leur forme lenticulaire. En effet, les bancs de grès, dont l'épaisseur est de 1^m environ, sont séparés par une petite couche d'argile, qui disparaît en biseau, en laissant les bancs gréseux se souder l'un à l'autre.

A leur partie supérieure, autour de Tagdempt, on voit de nombreuses intercalations de poudingues.

Assise H₄. — *Poudingues*. — Ils sont très durs, en général, et formés de cailloux roulés réunis par un ciment peu abondant. Les éléments ont une grosseur variable de celle du poing à celle de la tête. Ce sont des fragments roulés de calcaire lithographique blanc grisâtre,

de calcaire siliceux très compact, gris bleu et de grès jaunes. Les deux premières catégories proviennent du terrain jurassique supérieur (couches B), la troisième vient de l'assise sous-jacente H₃. Quelquefois, la pâte est jaunâtre, gréseuse et paraît identique aux grès jaunes sous-jacents. Très souvent, elle renferme de gros graviers.

On peut les étudier surtout le long du chemin de fer de Tagdempt à Tiaret, de part et d'autre du grand pont de l'Oued Medfouna. Entre les Km. 187 et 188 de la voie, sur les bords de l'Oued Khandjar, les tranchées montrent le passage des grès H₃ aux poudingues H₄. On peut voir les détails de structure de ces poudingues, au-dessus de cette tranchée, le long des routes de Tiaret et de Guertoufa. Après le pont, sur près de deux kilomètres, la voie est tracée constamment dans ces poudingues, qu'il a fallu faire sauter à la mine, pour avoir une plate-forme. Le long de ce talus, la couleur est presque totalement bleue, à cause de l'abondance des cailloux roulés de cette teinte.

Liaison lithologique des quatre zones miocènes. — Elles sont intimement reliées entre elles, au point de vue lithologique, car elles alternent toujours à leur contact. Mais, si on les considère dans leur épaisseur, elles présentent des différences considérables, puisque ce sont successivement des calcaires, des argiles, des grès et des poudingues.

On voit le passage des calcaires H₁ aux marnes argileuses H₂ dans la vallée de Merzekellal. La partie supérieure de la première assise est, en effet, constituée quelquefois par des calcaires marneux grisâtres.

Entre les marnes et les grès, il y a toujours alternance au contact. On peut le vérifier sur tous les talus et tranchées, qui entament les deux assises successivement. Autour de Guertoufa, il y en a de nombreux exemples, ainsi qu'en bas de Tiaret, et le long du chemin de fer, au-dessous de Tagdempt.

Le passage des grès aux poudingues s'observe dans toutes les coupes des environs de Tagdempt, sur les routes de Guertoufa, de Tiaret, du Seressou, du moulin et de la magnanerie de la Mina, etc.

L'ensemble des quatre assises est donc bien uni au point de vue lithologique.

Fossiles et subdivisions. — Les fossiles sont très rares dans ces assises. Je ne puis citer que les peignes et oursins trouvés dans l'assise H₁, avec quelques huitres, dans les marnes H₂. C'est tout-à-fait insuffisant pour l'établissement de zones paléontologiques.

Pour l'assise H₁, ce sont *Pecten* cf. *Fuschsi* Fontannes.

Echinolampas Soumatensis Pomel.

J'ajouterai *Clypeaster crassicosatus* Ag., cité par M. Pomel (1).

Pour l'assise H₂, je n'ai que *Ostrea crassissima* Lamk, et *O.* cf. *lamellosa* Brocchi. Mais, pour les mêmes couches, dans leur prolongement à l'est, sur les rives du Nahr Ouassel, vis-à-vis de l'Oued-Issa, à 80 kil. de Tiaret, M. Bourguignat (2) a cité trois ptéropodes nouveaux avec *Leda subnicobarica* d'Orb., *Pecten cristatus* Bronn et *Næra Maresi* n. sp.

Pour les couches de passage entre les marnes et grès, M. Bleicher a cité, à Mascara, une riche faune de mollusques (3). Bien que la distance dépasse 100 kil., j'ai pu suivre les couches et m'assurer de leur continuité.

Limite inférieure. — Elle est facile à établir lorsque l'assise des calcaires H₁ existe et qu'elle est visible. Ils forment, en général, une petite crête au-dessous des couches marneuses H₂. Ils peuvent reposer sur le Jurassique ou sur le Crétacé indifféremment.

Lorsque les calcaires à *Lithothamnium* sont absents ou invisibles, la limite inférieure des marnes H₂ est assez facile à indiquer, si le substratum est constitué par les dolomies jurassiques ou les couches crétacées. Mais cette séparation est presque impossible, si le contact a lieu avec les marnes oxfordiennes, comme au sud de Tenda et dans la vallée de la Mina.

La limite supérieure se montre toute seule. Il n'y a rien au-dessus des couches miocènes, sauf les dépôts quaternaires dans le Seressou, à l'est de Tiaret. Leur aspect est tout à fait différent.

Épaisseur. — Elle est assez faible pour l'assise inférieure et ne dépasse pas une quinzaine de mètres. Elle peut se réduire même à 4^m, et disparaître quelquefois.

L'assise marneuse ne paraît pas dépasser 50^m. La plus grande épaisseur se trouve dans la vallée de Tillilal.

Les couches gréseuses sont très épaisses et atteignent, si elles ne dépassent, 3 à 400 mètres, comme dans les montagnes de Seffalou. Les poudingues dépassent souvent 50^m autour de Tagdempt; ils atteignent quelquefois 100^m.

Aspect général. — Il y a deux cas à distinguer. Celui des collines

(1) 1887. *Paléontologie de l'Algérie*, 1^{er} fasc., pl. B. XXIV, fig. 1 à 7, sous le nom de *Clyp. intermedius?* Desor. La rectification est faite dans le 2^e fascicule, p. 206.

(2) 1868. Bourguignat. *Et. géol. et paléontol. des Hauts-Plateaux de l'Atlas, entre Boghar et Tiaret.*

(3) 1875. Bleicher. *Rech. sur les éléments litholog. des terr. tertiaires et quat. d'Oran.*

de Tiaret et de Seffalou, où les couches miocènes introduisent un élément important dans la configuration du pays, et celui des lambeaux de la Mina et du Feyd Trade, qui ne jouent aucun rôle dans le relief du sol, et dont la surface est occupée par les poudingues.

Le terrain miocène constitue entièrement la ligne de collines du Djebel Ghezzoul, Djebel Nsara et Djebel Seffalou. Cette crête est limitée au nord par la combe d'Aouale, parallèle à sa direction ; et au sud, elle domine les vallées du Nahr ouassel, de l'Oued Tiaret et de la Mina.

Cette disposition orographique est en relation directe avec la constitution géologique. La dépression septentrionale est occupée par les marnes H₂ (Fig. 1) ; elle est limitée, au nord, par une arête formée par les calcaires à *Lithothamnium*, reposant sur les couches plus anciennes. La crête même est constituée par les grès jaunes H₃. Quant à la dépression méridionale, elle est en grande partie formée par les marnes argileuses H₂. Sa limite est aussi quelquefois indiquée par un rebord formé de calcaires à Mélobésies H₁.

Je dois dire cependant, qu'autour de Tagdempt, cette disposition n'existe pas, ou, du moins, est marquée par les poudingues supérieurs.

En tous les cas, l'aspect général que j'indique est frappant, sur le flanc nord des crêtes et même, pour le flanc sud, dans la vallée de la Mina, ainsi qu'auprès de Tiaret. Les crêtes sont couvertes de forêts à feuillage sombre, tandis que les dépressions argileuses sont défrichées. Le contraste fait impression.

Au nord, on suit la ligne des cultures et des prairies de l'est à l'ouest, par l'Oued Törrich, l'Oued Tillilal, et les vallées supérieures de Merzekellal et l'Oued Temda. Cette dépression est limitée sur la droite par les plateaux rocheux jurassiques de Bou Ghuedoun et de Tamendel, sur lesquels reposent les calcaires à *Lithothamnium*.

Sur la gauche, on a les crêtes gréseuses de Törrich, de Tiaret et du Seffalou, qui présentent, au nord, les grands escarpements, dont j'ai parlé dans la description de ces montagnes. Ces escarpements se suivent sur plus de 12 kilom., avec une hauteur de 200 m. environ. Ils sont souvent à pic et couverts de broussailles.

Au sud, on peut étudier la dépression argileuse, à l'est de Tiaret, en suivant la vallée de l'Oued Cheguiga, puis de l'oued Medrissa, dans la direction du Nahr ouassel, et sur la route de Teniet el Haad. A l'ouest, le chemin de Mascara, par Tagdempt, est d'abord dans les argiles miocènes sur près de huit kilomètres. Ensuite, vient l'interruption causée par les poudingues H₄ de l'Oued Tiaret inférieur et de l'Oued Medfouna. Mais, à partir de la gare de Tagdempt,

la dépression recommence entre les calcaires à mélobésies plaqués, au sud, sur les couches jurassiques et les crêtes de Seffalou, au nord (Fig. 2). La route de Mascara par Mordjen nekras, Seffalou, Sidi Ali ben Amar et Méchera-sfa, et le chemin de fer de Pelizane, sont construits sur les marnes argileuses H₂.

A partir de Sidi Ali ben Amar, la dépression argileuse du sud constitue la vallée de la Mina. Les calcaires H₁ sont sur la rive gauche, contre les couches jurassiques qui limitent la région de Lehou; la dépression s'est considérablement élargie, elle atteint près de six kilomètres de largeur entre le caravansérail et la gare de Méchera-sfa. Les calcaires à *Lithothamnium* sont traversés par la rivière autour de l'ancien gué; ils sont très développés en cet endroit, et forment de grandes plaques usées par les eaux. C'est de là que vient le nom de Méchera-sfa (le gué des dalles). Au-dessus et au nord de la gare, on retrouve les couches gréseuses H₃, mais les escarpements ont disparu; il faut aller un peu à l'est, sur l'ancienne route des crêtes, pour les retrouver au Djebel Hazouania, qui fait partie du massif du Seffalou.

Il me reste à indiquer l'aspect des couches miocènes, auprès de Tagdempt. C'est un cas intermédiaire, qui fait le passage aux lambeaux que j'ai signalés entre le Mina et le Feyd trade. La partie superficielle est constituée par les poudingues H₄. Ils sont couverts d'une patine gris noirâtre, qui donne au pays un aspect très sombre. Cette région est particulièrement difficile, coupée de gorges étroites et profondes, rendant très pénible l'approche de Tagdempt par l'est. Les poudingues sont couverts de broussailles qui contribuent à assombrir leur aspect.

Plus au sud, à partir des sources de Mecharef, on trouve, à la surface des terrains jurassique et crétacé, quelques lambeaux de ces poudingues H₄. Tels sont ceux de Msalla, de la Mina, du confluent du Feyd trade avec la Mina, de Telmaya, etc., qui reposent sur le Crétacé. A Aïn Necissa et à Chabetel Hallouch, il y a des poudingues sur le terrain jurassique (1). Leur surface est toujours ondulée, fatigante à la marche, et d'un aspect morne avec une teinte foncée. Ils s'aperçoivent de loin, car ils rompent la régularité des couches secondaires.

Remarques stratigraphiques. — Au point de vue de l'étude des mouvements du sol subis par la région de Tiaret, cet étage présente une grande importance, avec des caractères bien curieux. C'est le dernier terrain marin dans l'intérieur du Tell et des Hauts-

(1) Voir mon étude sur les *Terrains secondaires de Tiaret et de Frenda* (1890)

Plateaux, pour les environs de Tiaret et de Frenda, comme du reste pour toute l'Algérie. Il en résulte que le principal soulèvement du massif de l'Atlas a eu lieu après cette époque, les dépôts assimilables au Miocène supérieur et au Pliocène étant rejetés en dehors de l'Algérie centrale, sur les bords de la Méditerranée (1).

De plus, ce Miocène est absolument transgressif sur toutes les formations antérieures, Jurassique et Crétacée, et il repose, le plus souvent, en discordance de stratification, sur ces couches. Les assises inférieures H_1 ou H_2 reposent, au NNE de Tiaret, dans la région de Taslempt, sur les assises crétacées inférieures, au nord de Tiaret, sur les Dolomies jurassiques et au N.-O., sur les argiles oxfordiennes. Sur le versant sud des crêtes de Tiaret et Seffalou, elles reposent d'abord sur les couches cénomaniennes, près de la gare et le long du chemin de fer jusqu'à 10 kilom., puis dans la vallée de la Mina, c'est sur les couches jurassiques. Au sud de Tagdempt, près de Mecharef, il y a un petit affleurement des assises H_2 , H_3 et H_4 reposant sur le Gault. Au delà, on ne trouve plus que les poudingues supérieurs H_4 . Ils sont au-dessus de l'Aptien, entre la Mina et la maison cantonnière, au-dessus du Gault à Msalla, au-dessus du Cénomaniens et du Turonien à l'est de la maison cantonnière, et enfin les derniers lambeaux se trouvent près de Aïn Telmaya, où j'ai vu aussi des blocs de calcaire à *Lithothamnium* H_1 , au-dessus du Sénonien, à près de 15 kilom. de Tagdempt.

Transgression de l'assise supérieure H_4 . — Je n'ai pas trouvé trace des poudingues sur les crêtes de Seffalou, à l'ouest de Tagdempt, ni sur celles de Tiaret à l'est. Je crois qu'ils n'y ont jamais existé.

Mais, au sud du confluent de la Mina et de l'Oued Tiaret, j'ai indiqué de nombreux lambeaux reposant directement sur les assises antérieures au Miocène. Il y a donc eu un remaniement géographique considérable, aux environs de Tagdempt, après le dépôt des grès H_3 . La mer (ou le lac) s'est étendue, au sud, en dehors de ses limites anciennes, et dans ce nouveau bassin se sont déposés les poudingues. (Voir fig. 2).

Mais, près de Tagdempt, on voit le passage des grès aux poudingues. Les eaux n'ont donc pas abandonné cette région après la formation des sédiments gréseux; seulement elles avaient probablement quitté les environs de Tiaret et de Seffalou. Je crois qu'il ne subsistait là qu'un bassin fermé.

(1) En supposant que cette formation H représente uniquement le Miocène inférieur et moyen.

J'ai même constaté le dépôt direct des poudingues à la surface des marnes argileuses H₂, près de Mordjen-nekrass.

D'après l'aspect du sol et sa configuration, entre l'Oued Tiaret inférieur et l'Oued Khrandjar (rivière de Tagdempt), je crois que les poudingues H₄ sont en contre-bas des collines gréseuses H₃, ce qui peut s'expliquer par une faille ou bien par une discordance. Dans ce dernier cas, les grès, déjà exondés, auraient servi de falaise au lac qui a déposé les poudingues.

Observations sur le mode de formation de ces dépôts. — Les calcaires à *Lithotamnium* ont le caractère d'un dépôt côtier et coralligène, analogue à celui que l'on constate encore sur les bords de la Méditerranée. En général, les côtes rocheuses sont couvertes, dans cette mer, par des algues calcaires, qui constituent ce que M. de Quatrefages a appelé le *trottoir*, en Sicile et en Italie. On trouve encore aujourd'hui, des peignes et des oursins, dans ce genre de station.

Les calcaires H₁, avec zones conglomérées, ont aussi le caractère de dépôts de récifs. Ils ont servi à combler les inégalités que présentaient les surfaces rocheuses des dolomies jurassiques, comme à Aïn Tamendel, c'est ce qui explique peut-être leur présence au-dessus des bancs durs d'origine plus ancienne, et leur absence au-dessus des dépôts argileux, qui ne devaient pas former de côtes abruptes.

On ne peut rien dire de bien particulier sur le mode de formation des marnes argileuses H₂, à cause de la rareté des fossiles.

Quant aux assises de grès et de poudingues, leur épaisseur est très grande et, en même temps, les dépôts sont peu étendus. Je ne crois pas que la mer miocène ait été très vaste dans cette région, car il en resterait d'autres traces, soit sur le plateau de Seressou, soit au nord, dans le Tell. La présence de cette longue bande allongée de terrain miocène comprise entre le massif de l'Ouarsenis au nord, et les Hauts-Plateaux, au sud, montre l'existence d'un détroit faisant communiquer la mer miocène de Teniet el Haad et Médéa avec celle de Mascara. On peut voir la forme de l'océan miocène sur la carte géologique au $\frac{1}{800000}$ de MM. Pomel et Pouyanne. Cependant, les falaises de grès indiquent que ces couches ont subi des érosions considérables et s'étendaient bien au-delà de leurs limites actuelles.

De plus, la transgression des poudingues H₄ sur les couches anciennes montre qu'il y a eu des mouvements du sol pendant la même époque.

On peut expliquer la formation de ces sédiments épais et continus par l'existence d'une mer de peu de largeur, dont les côtes étaient soumises à de fréquentes oscillations. C'est ce que l'on constate dans les mers actuelles, en certains points (1).

Importance du terrain miocène. — La barre montagneuse des Dj. Ghezzoul et Seffalou a joué un grand rôle dans l'histoire de la région. J'ai montré suffisamment l'importance de ces crêtes et de leurs escarpements tournés vers le nord. Elles paraissent interdire l'entrée des Hauts-Plateaux, aux conquérants venus du Tell.

Au point de vue hydrologique, la présence des couches gréseuses puissantes au-dessus d'une assise marneuse a entraîné la formation de nombreuses sources. Les eaux en sont très bonnes; celles de Tiaret sont renommées. Toutes les rivières qui coulent au nord, vers l'Oued Riou, prennent naissance au bas des escarpements gréseux.

Comparaisons avec les couches analogues des pays voisins. — L'absence d'arguments paléontologiques ne permet pas une assimilation serrée avec les couches classiques d'Europe. La présence de *Ostrea crassissima* est suffisante pour reconnaître le Miocène moyen des auteurs. Ce fossile se trouve principalement au contact des marnes et des grès. Une partie de ces derniers peut représenter les couches de Tortone, tandis que les poudingues supérieurs se placeraient au niveau des *poudingues du Monte Rosso*, assise supérieure du Miocène supérieur.

L'assise inférieure, *Calcaires à Lithothamnium*, H₁, répond aux calcaires à clypéastres des régions méditerranéennes, étage *langhien* (Mayencien), c'est-à-dire à la partie inférieure de l'ancien Miocène moyen.

(1) De Lapparent. — Traité de géologie, p. 175 (1^{re} édition).

SUR LA DÉCOUVERTE DE PHÉNOMÈNES DE RECOUVREMENT DANS LES APPALACHES (1),

par M. **Emm. de MARGERIE.**

M. Marcel Bertrand, à la suite de ses mémorables études sur les *plis couchés* de la Provence, nous prédisait, il y a quelques années, que l'examen détaillé des régions plissées ferait partout découvrir les traces de phénomènes mécaniques du même ordre. On se souvient de la rapidité avec laquelle cette prophétie s'est vue réalisée : le Tyrol, les environs de Pise, les Pyrénées, les Montagnes Rocheuses canadiennes, l'Écosse, la Norvège, la Prusse Rhénane, l'Himalaya, l'Hindou-Kouch — sans compter les nombreux exemples similaires que l'étude des Alpes Suisses et Françaises est venue ajouter à la liste de ceux que l'on connaissait déjà, — ont apporté successivement leur contingent à l'appui des conclusions formulées par notre savant confrère.

Je désire aujourd'hui attirer l'attention de la Société sur la récente découverte, dans les Appalaches, de *phénomènes de recouvrement* tout à fait comparables, comme nature et comme ampleur, aux accidents signalés dans le Midi de la France, par M. Bertrand (2).

La région où ces faits viennent d'être constatés se trouve dans le Nord-Ouest de l'État de Géorgie, entre 34° et 35° de Lat. N. Une large bande cambrienne, faisant partie de ce que l'on appelle dans les Appalaches *The Great Valley*, — c'est-à-dire la dépression calcaire séparant les reliefs schisto-cristallins de l'est (*Blue Ridge*) et les plateaux dévonien ou carbonifères de l'ouest (*Cumberland-Alleghany*) — s'y montre bordée de part et d'autre par deux grandes failles inverses, celle de Rome à l'ouest, ramenant le Cambrien sur le Carbonifère, et celle de Cartersville, à l'est, ramenant les roches métamorphiques sur le Cambrien fossilifère. Ces deux plans de poussée sont grossièrement parallèles : à partir de la frontière du Tennessee, au nord, ils se dirigent d'abord N.N.E.-S.S.O.; puis, à partir des villes qui leur ont donné leur nom, E.N.E.-O.S.O.

(1) Communication faite dans la séance du 6 avril. Manuscrit remis le même jour.

(2) C. Willard Hayes, *The Overthrust Faults of the Southern Appalachians* (Bull. Geol. Soc. America, vol. II, p. 144-154, pl. 2 et 3, December 29, 1890). — Les recherches de M. Hayes ont été exécutées sous les auspices de l'*U. S. Geol. Survey*.

Le tracé de la faille de Rome, qui a pu être déterminé par M. Hayes avec une grande précision, est excessivement sinueux : la masse cambrienne projetée, en effet, vers l'ouest, une série d'apophyses plus ou moins allongées et souvent très étroites, qui s'avancent au milieu du territoire occupé par les couches carbonifères ; quand le contact est visible, on constate que le Cambrien et le Carbonifère sont concordants, mais superposés dans l'ordre inverse de leur âge ; les couches étant d'ailleurs légèrement ondulées, tandis que la surface moyenne du sol est horizontale, on s'explique aisément l'allure si capricieuse en apparence de la ligne de faille, telle qu'elle se présente sur le terrain : chacune de ses avancées vers l'ouest correspond à un synclinal, qui affecte également la série normale inférieure et la masse de recouvrement, les anticlinaux intermédiaires se traduisant par une déviation en sens inverse.

Cette disposition donne lieu à de très curieux résultats : ainsi, près de Resaca, le Cambrien se montre localement *troué* de manière à laisser apparaître un dôme carbonifère ayant environ 3200 mètres de longueur sur 1200 de large ; plus au sud, près de Gadsden, on observe de même un affleurement isolé de *Knox dolomite* (Silurien), surgissant de dessous les *Coosa shales* (base locale du Cambrien), à huit kilomètres à l'est de l'affleurement normal du plan de poussée. D'autre part, près de Coosaville, un paquet de Cambrien entièrement détaché de la masse principale couronne une colline silurienne : c'est le cas-type du *lambeau de recouvrement*.

La distance à travers laquelle la masse de recouvrement a été ainsi charriée horizontalement vers l'ouest dépasse certainement sept kilomètres et en atteint probablement onze ; il est manifeste qu'après avoir été poussée en bloc dans cette direction, elle a subi un nouveau plissement, de concert avec les couches sous-jacentes, elles-mêmes souvent plissées d'une manière discordante — ce qui montre bien que l'action orogénique a comporté toute une série de phases consécutives.

Quant à la faille de Cartersville, dont l'inclinaison descend jusqu'à 5 degrés, certains indices, fournis par le mode de distribution du métamorphisme régional dans l'ensemble de roches schisteuses formant la série de recouvrement, portent à croire que le chevauchement horizontal y dépasserait dix-sept kilomètres. Il est à remarquer que cet accident amène parfois la superposition *directe* d'un étage plus récent sur un étage plus ancien, mais avec suppression des étages normalement compris dans l'intervalle. C'est là, à notre connaissance, le premier cas authentique de ce que M. Gosselet a

désigné sous le nom d'*isoparaclase* (1); M. Hayes explique cette disposition par une érosion du plancher, antérieurement au développement de la cassure.

L'importance géographique de ces accidents ressort de ce fait que la faille de Rome se prolonge au nord de Dalton jusqu'en Virginie, où elle a été appelée *faille de Saltville*, en présentant, comme l'a montré M. Stevenson, les caractères ordinaires des failles inverses (2), sur une longueur d'au moins 440 kilomètres. Ces grands plans de poussée ne sont pas, d'ailleurs, absolument isolés dans la région : M. Keith en a, en effet, découvert plusieurs autres dans le Tennessee, qui représentent, comme les précédents, des modifications longitudinales de failles inverses et dont l'un mesurait 3200 mètres de large sur de 12 à 13 kilomètres de longueur.

M. Hayes, frappé de l'absence complète de couches renversées entre la masse de recouvrement et la série normale inférieure, est amené à proposer, pour l'origine de ces plans de poussée, une explication un peu différente de celle qui est généralement admise. Le chevauchement s'est toujours produit au sein de couches disposées en bancs minces, recouvertes par des roches massives et rigides; il est donc en quelque sorte, quant au niveau stratigraphique auquel il se déclare, fonction de la fréquence des surfaces de délit. L'auteur pense que la raison pour laquelle ces surfaces de glissement se sont formées, de préférence à de simples plis, doit être cherchée dans le rapport entre la distribution verticale de la rigidité, d'une part, et la charge que la couche offrant à cet égard le maximum de résistance avait à supporter (c'est-à-dire le poids des masses surincombantes), de l'autre. Cette charge ne paraît pas avoir été suffisante pour permettre aux roches de devenir plastiques; dans ces conditions, d'après M. Hayes, les fractures, une fois amorcées sur le flanc le plus raide des anticlinaux, n'auraient pu que se propager par derrière, en profitant du minimum de résistance que leur offraient les assises de faible rigidité, et en recoupant ensuite successivement la base des différents plis qui pouvaient se trouver dans le prolongement de chacun de ces plans de poussée primitifs. Cette interprétation, dont il y aurait lieu peut-être de discuter les détails, se serait vue confirmée par les expériences encore inédites de M. Bailey Willis.

Je n'ajouterai qu'un mot à l'analyse de l'excellent mémoire de M. Hayes : dans la discussion qui a suivi la lecture de son travail

(1) L'Ardenne, p. 723.

(2) *Proc. Amer. Phil. Soc.*, vol. 22, Philadelphie, 1884; *Annuaire Géol.*, V, p. 888-889.

à la Société Géologique Américaine, M. Walcott a nettement fait ressortir l'importance des plans de poussée au point de vue de la fameuse question du terrain *Taconique*. Il résulte des recherches personnelles du savant paléontologiste de Washington (1) que, dans le Nord du Vermont — là précisément où M. Marcou fit intervenir jadis la doctrine des *Colonies* pour expliquer la présence anormale de fossiles siluriens *au-dessous* de couches contenant des formes de la faune primordiale — une grande faille inverse ramène le Cambrien inférieur à *Olenellus*, c'est-à-dire les Schistes taconiques d'Emmons, sur les étages siluriens dits *Calcifereux* et *Chazy*. Ainsi, grâce à l'étude patiente des dislocations du sol, une hypothèse qui, pendant cinquante ans, est venue embrouiller toute la géologie de la Nouvelle-Angleterre et en retarder les progrès, disparaît définitivement.

Le grand accident signalé par M. Walcott n'est, du reste, pas le seul que l'on connaisse à présent entre la vallée de l'Hudson et l'Atlantique. En tout cas, l'on peut désormais affirmer que les Appalaches, comme les Alpes et comme toutes les grandes chaînes de montagnes, ont eu, du Saint-Laurent à l'Alabama, leurs phénomènes de recouvrement. Et j'ai tenu d'autant plus à faire connaître à la Société les importantes recherches de M. Hayes, que l'auteur ne paraît pas avoir eu connaissance des notes publiées dans notre *Bulletin* par M. Bertrand.

(1) Voir *American Journ. of Sc.*, 1888, vol. 35, p. 317, et pl. III (Carte et coupe).

RECHERCHES SUR QUELQUES ROCHES OPHITIQUES DU SUD DE LA TUNISIE (1),

par M. **Philippe THOMAS.**

Bien que la Tunisie ne soit, géologiquement et géographiquement, que la continuation de l'Algérie, il est possible, en y regardant de près, de reconnaître à sa géographie physique certains traits qui lui sont propres et se rattachent directement à son histoire géologique. Par exemple, la chaîne saharienne joue en Tunisie un rôle prépondérant qu'elle doit à sa forte inflexion vers le N. E., laquelle a non seulement déterminé l'atrophie presque complète de la région proprement dite des Hauts-Plateaux algériens, mais a aussi réduit la chaîne méditerranéenne au petit massif kroumir. Cette forte flexion de l'Atlas tunisien vers le N. E. a encore eu pour effet de détruire sur bien des points le parallélisme, si remarquable en Algérie, des grands plis de la chaîne saharienne, de les éparpiller en éventail à rayons brisés sur tout le vaste espace qui sépare les grands Chotts de la Medjerdah. Il en est résulté, dans ces faisceaux divergents, un lacis compliqué de cassures transversales ou obliques, lesquelles, en se combinant avec les failles longitudinales alignées sur la direction du grand axe méditerranéen, ont morcelé la plupart de ces faisceaux en une suite de massifs isolés et incohérents.

Néanmoins, les principaux traits orogéniques de l'Atlas algérien se reconnaissent, à première vue, dans la structure des chaînes de montagnes de la Tunisie. Comme dans tous les systèmes dont l'histoire se rattache à celle des Alpes et des Pyrénées, on y retrouve non seulement les mêmes éléments de directions, mais aussi les mêmes figures de plissements. Celles-ci sont généralement monoclinales dans la grande chaîne centrale, isoclinales ou anticlinales dans les chaînes du sud, avec réseaux de failles ou de cassures donnant lieu aux mêmes configurations géographiques qui s'observent dans les Alpes principales et dans les Pyrénées espagnoles. Nulle part mieux que dans le sud de la Tunisie, le grand mouvement orogénique qui, dès la fin de l'époque éocène, fixa l'orographie de tout le nord de l'Afrique, ne se révèle sous des traits plus significatifs. En regard des puissants butoirs dévoniens, jurassiques et crétacés du vieux

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 6 avril.

Sahara, on y voit courir, se plisser et se briser les longues rides de la chaîne saharienne, sur les flancs desquelles pendent les lambeaux disloqués des sédiments littoraux de la mer éocène. Et comme pour attester la puissance de l'effort tangentiel qui a fait surgir ces rides au contact des butoirs sahariens, nous y voyons apparaître sur mille points, comme l'écume aux lèvres des athlètes, ces mêmes curieux typhons ophitiques que nous sommes accoutumés à voir souligner les rides alpines et pyrénéennes, de l'autre côté de la Méditerranée.

Je vais essayer de décrire et de définir, telles que je les ai vues et comprises, ces dernières manifestations orogéniques, classées par les uns dans le domaine éruptif ou volcanique proprement dit, par les autres dans la catégorie des phénomènes purement mécaniques et épigéniques.

I

Les seuls indices d'une action plutonique qu'il m'ait été donné d'observer dans les diverses formations géologiques du sud de la Tunisie, se rattachent tous à une même catégorie de roches possédant les caractères propres des *Ophites*, ou mieux des roches qui forment le cortège habituel de celles-ci.

Ces dernières consistent généralement (*sensu largo*) en des amas non stratifiés, plus ou moins importants, de boues argileuses ou de marnes bariolées, lie-de-vin ou amarantes, rouges, vertes, blanches ou jaunes, apparaissant sur les lèvres de fractures ou de failles profondes et emballant des masses de gypses bariolés grenus ou cristallins, de sel gemme gris et de sables fins quartzeux. On y trouve aussi, outre des cristaux de quartz bipyramidés et de fer sulfuré, des fragments de roches siliceuses vertes ou brunes, souvent mica-cées, ainsi que des blocs de calcaire plus ou moins métamorphisé, gypsifié et transformé en cargneules; enfin, exceptionnellement, on y rencontre des nodules de plomb sulfuré et carbonaté, recouverts ou non de litharge. Toujours ces roches sont riches en silice libre ou hydratée; la lithine y a également été constatée.

Mais avant de faire connaître mes observations en Tunisie, je crois qu'il ne sera pas inutile de faire l'historique un peu détaillé de cette question des roches ophitiques en ce qui concerne l'Algérie, où j'ai pu en étudier de nombreux pointements, et puiser les éléments de comparaison qui m'ont servi à caractériser celles de la Tunisie. Sur de nombreux points, en effet, des chaînes nord et sud de l'Atlas algérien, on rencontre d'importants pointements ophitiques, le plus souvent en relation évidente avec les failles

anciennes ou même les plus récentes qui ont affecté ces chaînes. Je ne citerai que les plus connus de la chaîne saharienne, laquelle nous intéresse plus particulièrement, depuis la frontière marocaine jusqu'à celle de la Tunisie :

1° Les pointements ophitiques de Djénien-bou-Resq, près de l'oasis de Figui, et leurs magnifiques roches vertes « acides *épidotifères*, avec *plagioclase* » d'après M. le Dr Bleicher (1). Un peu au nord, près d'Aïn Sefra et de Tyout, se trouvent les trois pointements gypso-salins du Tiourtalet. Ces derniers ont traversé les formations miocène et pliocène.

2° Les pointements gypso-salins, avec quelques roches vertes acides, de Bou-Senroun, des Arbâa et de Guéragda, au sud-ouest de Géryville; celui du djebel Onkel dans le djebel Amour, comme les précédents en terrains jurassiques et crétacés.

3° Les deux rochers de sel avec gypses épigéniques des Sahari, au pied nord de la chaîne crétacée de Djelfa, entre celle-ci et le Zahrez. Ils ont tous deux percé l'atterrissement pliocène.

4° Le dyke ophitique d'Aïn Ougrab, dans le massif jurassique et crétacé du sud de Bousâada, signalé par M. Peron (2), essentiellement formé, d'après M. Bleicher, de *péridotite*.

5° La magnifique montagne de sel d'El Outaïa, près Biskra, à l'extrémité occidentale de l'Aurès. Sur la pointe orientale de ce dernier et tout près de la frontière tunisienne, on peut citer les pointements gypso-salins des djebels Chedida et Hamimat.

L'ingénieur L. Ville a jadis très bien décrit la plupart de ces pointements gypso-salins, avec ou sans roches vertes, du Sud des provinces d'Alger et d'Oran; il voyait, dans ces dernières roches, des *dolérites* ou des *diorites* d'origine éruptive, et il attribuait au métamorphisme les gypses salifères qui les accompagnent constamment. Bien que, de son temps, l'étude de ces roches n'ait pas atteint le degré de précision que les moyens d'investigation actuels ont permis de réaliser, c'est à lui que nous devons les premières notions positives et scientifiques sur ce curieux groupe de roches éruptives et épigéniques de l'Algérie, où elles tiennent une place si importante. Aussi ne saurais-je faire mieux, pour donner une idée exacte de ces roches, que reproduire ici la coupe et la description que Ville a données d'un des plus intéressants pointements ophitiques de l'Algérie : le *Rang-el-Melah* ou *Rocher de sel* du djebel Sahari, au pied nord de la chaîne saharienne du département d'Alger. Je choisis de préférence cet exemple, d'abord parce qu'il

(1) Voir plus loin leur description.

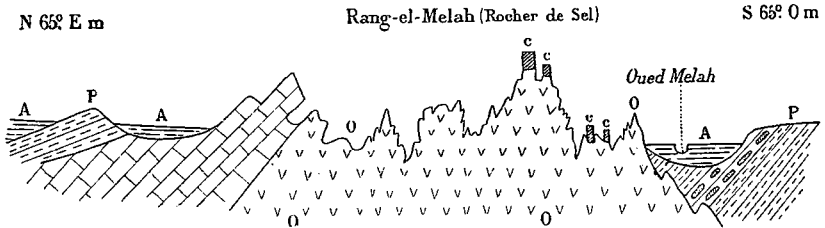
(2) *Echinides fossiles de l'Algérie*, t. VI, 1880, p. 36.

représente le type des pointements ophitiques le plus communément répandus dans le Sud algérien ; ensuite, parce que je l'ai visité plusieurs fois et puis ainsi affirmer son identité avec quelques-uns des pointements gypso-salins de la Tunisie, que j'aurai tout-à-l'heure à décrire.

Dans l'un de ses ouvrages si riches de faits bien observés sur la géologie du Sahara et des steppes algériens, Ville donne la coupe, le plan et la description du Rang-el-Melah (1). Je vais les reproduire aussi exactement que possible en les résumant et ajoutant, chemin faisant, les quelques observations complémentaires qu'il m'a été donné de faire sur les lieux. Voici tout d'abord une réduction de la coupe donnée par Ville :

Fig. 1.

Coupe du Rang-el-Melah, près Djelfa (Alger). D'après L. Ville.



O. — Marnes bariolées argilo-sableuses, gypses et sel gemme.

C. — Calcaires gris-bleuâtre, marnes schisteuses et quartzites à *Bucliceras Fourneli* Desh., *Belemnites semicanalicatus* Blainv., *Hemiasiter Fourneli* Desch.

c. — Enclaves de lambeaux des roches crétacées C, au milieu des gypses.

P. — Grès friables à grains quartzeux et ciment marneux jaune-rougeâtre, et poudingues pliocènes.

A. — Alluvions et carapace gypso-calcaire jaunâtre, quaternaires.

Le Rocher de sel, d'après L. Ville, est une montagne isolée à l'extrémité de la petite chaîne crétacée des Sahari ; sa forme est tronc-conique ; sa base, à peu près circulaire, mesure de 4 à 500 mètres de diamètre sur 40 à 50 mètres de hauteur verticale au-dessus de la plaine. Un ruisseau aux eaux froides, claires et limpides, mais salées et amères, s'échappe du cœur même de la masse salifère ; ses bords sont couverts d'efflorescences salines blanches. Si l'on pénètre dans l'intérieur de cette montagne en remontant le cours du ruisseau, on laisse d'abord à sa gauche et à sa droite, une première enceinte de couches pliocènes, dont les roches grés-

(1) *Géol. du Sahara, du Beni-Mزاب et des Steppes pro. d'Alger*. Imp. N^o, 1872, p. 246 et suiv.

quartzeuses à ciment marneux jaune, rougeâtre, sont semblables, minéralogiquement, à celles de la formation pliocène bien connue de la partie orientale du bassin du Hodna (Pliocène supérieur du Sétif et de Constantine). Ces couches sont redressées presque verticalement tout autour du Rocher de sel et se retrouvent, bien réglées et parfaitement horizontales, à peu de distance de là, dans la plaine des Saharis. Ces couches pliocènes, dont le redressement est la preuve de la puissance dynamique de l'éruption qui a produit le Rocher de sel, sont recouvertes par un atterrissement quaternaire formé d'une carapace gypso-calcaire jaunâtre, parfaitement horizontale et contenant beaucoup de débris du gîte salifère voisin, tels que : fer oligiste micacé, fragments de roches vertes ou violettes, cristaux de gypse, etc.

A l'ouest et à l'est, les couches pliocènes sont immédiatement en contact avec les marnes argileuses salifères; mais au nord, un lambeau de la formation secondaire sous-jacente s'interpose entre elles et ces dernières. Ce lambeau, attribué à la Craie chloritée, se compose à sa base d'un conglomérat très dur formé de quartzites et de calcaire bleu, associés à des marnes schisteuses dans lesquelles Renou (1) a recueilli *Buchiceras Fourneli* Desh., *Belemnites semicanaliculatus* Blainv. et *Hemiaster Fourneli* Desh.; au sommet, ce lambeau est formé par des calcaires gris-bleuâtre très compacts, sub-cristallins, avec bancs de marnes schisteuses et de quartzites intercalés. Toutes ces couches secondaires sont fortement redressées au contact même des boues gypso-salines; les roches qui les composent ont visiblement subi un métamorphisme intense et on les voit, sur plusieurs points, pénétrées par des filonets de cuivre carbonaté ou de pyrite de cuivre et de fer. Des fragments importants de ces roches se rencontrent dans la masse éruptive elle-même, où ils sont transformés en véritables cargneules; quelques blocs noirs, dolimitiques et comme scoriacés, arrachés au moment du soulèvement qui l'a fait émerger, se voient encore accrochés, en couches régulières et verticales, au sommet des aiguilles les plus élevées du Rocher de sel (2).

C'est au milieu de cette triple enceinte de roches secondaires, tertiaires et quaternaires, que surgit le cône éruptif du sein duquel s'écoule le ruisseau d'eau salée dont il a été question plus haut. Si l'on continue à remonter le cours de ce ruisseau on pénètre, après avoir franchi cette enceinte, dans une crevasse étroite, aux

(1) *Géologie de l'Algérie*, 1848.

(2) *Loc. cit.* p. 246.

parois presque verticales, formées de marnes argilo-gypseuses sinueuses généralement gris-bleuâtre et verdâtre, couvertes d'efflorescences salines. L'eau du ruisseau court limpide sur le fond de cette crevasse, laissant voir par transparence de menus fragments de roches siliceuses noires, vertes ou violettes, parmi lesquelles scintillent des paillettes noires de fer oligiste micacé et de petits cristaux de quartz bipyramidés ; avec ces minéraux provenant du lavage des marnes argileuses salifères, on rencontre fréquemment de beaux cristaux de fer sulfuré jaune cristallisés en gros dodécaèdres pentagonaux très réguliers, lesquels sont souvent épigénisés et partiellement transformés en limonite brune ou rougeâtre. L'eau du ruisseau ne contient pas moins de 259 grammes de chlorure de sodium par kilogramme et, de plus, près de 6 grammes de sulfate de soude, de magnésie et de chaux, ainsi qu'une notable quantité de silice gélatineuse libre (1).

Les parois de la crevasse profonde et anfractueuse d'où suinte l'eau du ruisseau, sont formées par le magma boueux gris, argilo-gypseux, non stratifié, qui forme tout le cône central de la montagne ; le sel gemme gris s'y voit en grosses masses irrégulièrement disséminées au milieu des marnes, auxquelles il est intimement mélangé ; çà et là on distingue dans les marnes quelques bandes irrégulières, vertes, noires, rougeâtres ou lie-de-vin, formées par des roches d'apparence argileuse qui se délitent en plaquettes argilo-siliceuses, semblables aux menus fragments que l'on voit au fond du ruisseau. Ces dernières roches sont toutes formées par un silicate basique ($\text{Si O}_3 \text{ 3 RO}$) combiné à un silicate d'alumine, à du protoxyde de fer, à de la magnésie et à de la chaux. Mais ces roches, d'ailleurs assez dures, n'ont rien des argiles que l'apparence. Un fragment recueilli par moi *in situ*, examiné en coupe mince et à la lumière polarisée par mon savant ami le docteur Bleicher, a été trouvé presque entièrement formé « d'un silicate complexe du type des feldspaths. » Voici, du reste, la description qu'il en donne.

« *Echantillon N° 175 de la série.* — Roche noire couverte d'un enduit scoriacé, provenant du Rocher de sel des environs de Djelfa recueillie par M. Ph. Thomas.

» Sur la cassure, on peut constater, à l'œil nu, qu'elle est constituée par deux éléments : l'un, *cristallin*, formé de lames assez larges et épaisses, enchevêtrées en réseau ; l'autre, *non cristallin*, ayant l'apparence d'un ciment ou d'une gangue entourant les cris-

(1) *Loc. cit.* p. 247.

taux. Le traitement par l'acide chlorhydrique sépare en deux éléments, en faisant disparaître le ciment qui est de nature calcaire et laissant intacts les cristaux lamellaires enchevêtrés, ce réseau fragile. De plus, cette opération démontre l'existence de nouveaux éléments associés aux cristaux, mais en faible proportion. Ce sont : 1° des paillettes presque microscopiques, à contours hexagonaux, d'une substance verte écailleuse que l'on peut assimiler à la *chlorite*; 2° des cristaux de *pyrite de fer octaédrique*, également de très petite taille.

» Quant aux cristaux lamellaires retirés de la roche par action de l'acide chlorhydrique, ils ont les caractères suivants : couleur noire grisâtre; aspect chatoyant ou moiré; cassure montrant un plan de macle; faces aplaties et cassures poreuses; rayant le verre; à peine fusibles au chalumeau, ils sont fortement attaqués par l'acide fluorhydrique avec dépôt de silice; traités par le procédé Behrens, ils donnent du gypse par évaporation; traités par le chlorure de platine et le chlorure de cérium, ils donnent des précipités indiquant la présence du potassium et de l'alumine.

» Ces cristaux sont donc composés d'un silicate complexe du type des feldspaths. Leur forme cristalline aplatie suivant g^1 , les rares pointements qu'on peut observer, la disposition des lames de clivage sur la cassure, clivage facile et oblique d'un côté du plan de macle, difficile et différemment orienté de l'autre côté, montrent que c'est selon toute probabilité un *feldspath plagioclase*. D'autre part, leur disposition maculée ainsi que l'observation microscopique à l'aide de la lumière polarisée, permettent de le considérer comme de l'*albite* ou de l'*andésine*.

» La coupe microscopique montre encore que ces cristaux, dont quelques-uns ont des contours corrodés, sont disposés au milieu du ciment calcaire comme un résidu, qu'ils sont criblés de pores. L'enduit d'apparence scoriacée, qui recouvre deux faces de cet échantillon, est fusible en émail blanc attaquant par l'acide chlorhydrique, avec dépôt de silice; dans la liqueur filtrée, on peut reconnaître la chaux et la potasse. C'est donc aussi un silicate double, d'origine hydrothermale, analogue à certains produits de sources thermales si bien étudiés par M. le professeur Daubrée.

» Quant à la roche elle-même, deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer sa présence au milieu des marnes salifères et gypsifères du Rocher de sel. Elle peut être le dernier terme de la décomposition d'un fragment de roche éruptive, entraîné de la profondeur par les émissions gypso-salées, ou simplement un résultat

de métarmorphisme opéré sur place par ces mêmes émissions, dans un fragment de la roche sédimentaire encaissante. »

A propos des phénomènes métamorphiques si accusés au contact des éruptions gypso-salines, M. Bleicher a fait une observation curieuse et qui se rapporte précisément à la même localité; la voici, telle que ce savant a bien voulu m'autoriser à la reproduire :

« Parmi les échantillons provenant du Rocher de sel, que M. le juge de paix de Djelfa Roudolphi nous a envoyés sur notre demande, il en est un qui montre un cas particulier de pseudomorphose. A la surface et dans l'épaisseur de plusieurs de ces plaques de marne violacée ou lie de vin, dont la composition chimique a si bien été étudiée par M. Ville, on distingue des formes cubiques saillantes, dont les arêtes atteignent et dépassent même 5^{mm}.

« Ces cubes sont formés de marne durcie servant de ciment à du sable siliceux extrêmement fin, contenant quelques paillettes de fer oligiste. Le Rocher de sel contenant et du sel marin et de la pyrite de fer, qui tous deux cristallisent en cube, on peut se demander laquelle de ces deux espèces minérales a disparu, laissant à sa place sa forme conservée? Comme la pyrite de fer du Rocher de sel se présente généralement en dodécaèdres pentagonaux, rarement en octaèdres ou en cubes émarginés, l'idée d'une pseudomorphose due au sel marin qui cristallise toujours en cubes, paraît plus acceptable. Quoi qu'il en soit, ce fait paraît intéressant à signaler, car il donne une idée des phénomènes de dissolution, de déplacement mécanique, de réactions chimiques qui ont dû se passer dans les masses minérales du Rocher de sel (1) ».

Ces dernières observations, faites avec toutes les ressources de la science actuelle, viennent utilement compléter, comme on le voit, celles de l'ingénieur Ville et elles confirment l'importante conclusion qu'il a cru pouvoir tirer des nombreuses analyses qu'il a faites de ces roches : « Comme ces différents silicates se présentent dans la plupart des gîtes de plâtre, associés à des diorites, » dolérites, gneiss, basaltes, nous pensons qu'ils sont eux-mêmes » une variété de roches éruptives et que, dans le gîte du Rocher de » sel, ils tiennent la place de la roche éruptive dioritique que nous » n'y avons pas observée... » (2).

Tel est cet intéressant pointement ophitique du Rang-el-Melah, que Ville considérait comme le résultat « d'un soulèvement parti-

(1) Communication personnelle.

(2) *Loc. cit.* p. 254 et 269.

culier, » parfaitement localisé et indépendant de phénomènes d'ordre plus général; comme ayant donné issue à des agents chimiques capables de réagir violemment, par voie de sublimation ou de métamorphisme, sur les roches encaissantes. Mais il ne semble pas avoir attaché une suffisante importance aux alignements manifestes de ces pointements éruptifs, sur la direction des grands plissements et des principales lignes de fractures de l'Atlas. Sans quitter la région qui nous occupe, je signalerai comme types de ces longs alignements ceux qui jalonnent, sur leurs limites nord et sud, les hauts-plateaux algériens.

Celui du nord, par exemple, peut être suivi, presque sans interruption, depuis la haute vallée de la Medjerdah jusqu'à la frontière marocaine. Si, sur cet immense espace, l'on suit à peu près exactement la ligne de séparation entre la région montagneuse dite *méditerranéenne* et celle des hauts-plateaux, ligne dont la direction générale est sensiblement parallèle à celle du grand axe volcanique méditerranéen (E 30° NE), on rencontre les pointements ophitiques ci-après : 1° Les affleurements de spilites de la haute-vallée de la Medjerdah, allant des environs des djebels Dekma et Chegaga jusqu'à Tifech, Khamissa, etc. (Coquand), (1) lesquels ne sont probablement que de véritables ophites aboutissant, à l'ouest, au pointement gypso-salin des Zouabis dans la plaine de Temlouka; 2° les gypses salifères épigéniques de la haute vallée du Bou-Merzoug (Aïn Mlila, Sigus); ceux du lac El Bahira au sud de Sétif, de Bou-Semroun et de la lisière nord du Hodna, lesquels se soudent à ceux du sud des Portes de fer et du sud d'Aumale, signalés par M. Peron (2);

(1) Descript. Géol. prov. de Constantine, *Mém. Soc. Géol. de Fr.*, sér. 2, t. V, 1854, p. 130 et suiv.

(2) M. Peron a donné, en 1866, dans le *Bulletin de la Société Géologique de France* (2^e sér. t. XXIII, p. 686 et suiv.), une très intéressante description du filon éruptif de la rive droite de l'oued Lachebour, au S. E. d'Aumale. D'après sa description, à laquelle je ne puis mieux faire que de renvoyer le lecteur, il est impossible de ne pas reconnaître le caractère ophitique le plus accusé à ce « grand filon » d'amphibolite porphyroïde, diorite des auteurs, passant parfois à une amphibolite » granitoïde et à une amphibolite compacte ou aphanite... tout autour de laquelle » règne une couronne de gypses sans traces de stratification... roches au contact » desquelles les calcaires les plus voisins sont soulevés, tordus et scoriacés... » M. Peron a bien voulu me confier un échantillon de la roche éruptive ci-dessus, dans laquelle M. le docteur Bleicher a reconnu « une diabase à structure porphyroïde. » J'ai moi-même recueilli des fragments de cette même roche au S. O. d'Aumale, dans les gypses éruptifs de l'oued el Hakoum, et c'est vraisemblablement elle qui reparait toujours plus à l'ouest, sur la rive gauche du Nhar-Ouassel, dans la région solfatarienne du marabout de Sidi-Bouزيد et de l'oued Malah, où elle constitue des îlots éruptifs qui, d'après Ville, sont constitués tantôt « par un véritable granit ou une syénite, tantôt par une diorite verte et rubanée, traversée par » des veines et des filons d'une espèce de granit... » (in *Explor. géolog. du Beni Mzab et des steppes d'Alger*, p. 426.

3° ces derniers semblent se continuer au sud-ouest du Dirah d'Aumale, mais je ne les ai revus pour ma part que dans la haute vallée de l'Isser (Oued Malah), aux environs d'Harmela, où existent encore des fumerolles solfatarieuses et dans la vallée de l'Oued-el-Hakoum, qui débouche dans celle du Chélif près de la smala de Moudjebeur ; 4° au sud-ouest de Boghar, sur la rive gauche de l'oued Nahr-Ouassel, affluent principal du Chélif, à sa sortie des hauts-plateaux, les gypses éruptifs du marabout de Sidi-Bouزيد nous offrent, d'après Ville, leurs curieux nodules de soufre qui, un peu plus à l'ouest, sur les rives de l'oued Malah, se montrent au contact de roches vertes du type ophitique le mieux caractérisé ; 5° en remontant toujours vers l'ouest la vallée du Nahr-Ouassel (les rivières de feu), et sans quitter la limite des hauts-plateaux et de l'Atlas septentrional, nous atteignons la vallée supérieure de la Mina, avec son puissant pointement éruptif du djebel Bechtoute (microgranulites avec filons de porphyrite, d'après M. Welsch) (1). De là, l'alignement se continue d'une part directement vers l'ouest, en plein Atlas, du côté du djebel Temdrara ; d'autre part vers le sud-ouest, toujours en suivant la limite des hauts-plateaux, du côté de Saïda en passant par les pointements gypso-salins de Tagremaret et de l'oued Tifrit ; enfin, cette ligne limite est encore jalonnée jusqu'à la frontière marocaine, par les nombreux pointements de la haute vallée de la Mekerra et notamment de celle de l'oued Tallout où, d'après Ville, les gypses éruptifs, accompagnés d'une *dolérite verte*, « auraient fait irruption aussi bien à travers le terrain créacé qu'à » travers le terrain quaternaire, dont on voit des lambeaux redressés contre le gypse. . . » (2) On peut encore suivre ces mêmes pointements dans la haute vallée de la Tafna, aux environs de Sebdou (coudiat Ressas) et de Gar-Rouban (le Khémis). Ainsi, partout la limite tracée par l'orographie et les productions naturelles du sol, entre l'Atlas du nord et les Hauts-Plateaux algériens, (3) voit surgir d'innombrables manifestations de l'activité interne, sans doute subordonnées partout aux dislocations profondes de l'écorce qui ont été le point de départ de ces divisions superficielles.

La limite sud entre les Hauts-Plateaux et l'Atlas méridional ou saharien présente, en effet, le même phénomène. Les longs alignements presque rectilignes de cette dernière chaîne sont soulignés, à l'ouest de la grande trouée du Hodna, par les profondes dépres-

(1) *Géolog. des envir. de Tiaret et de Frença*, thèse de 1890, p. 89.

(2) *Notice minéralog. sur les prov. d'Alger et d'Oran* (1857), p. 35.

(3) V. Cosson et Kralik, *Carte botanique de l'Algérie*, divisée en régions naturelles (1879).

sions qui ont donné naissance aux bassins des Zahrez et des Chotts occidentaux, dépressions au bord méridional desquelles surgissent d'innombrables pointements ophitiques, s'égrenant depuis le Rang-el-Melah de Djelfa jusqu'à l'extrémité sud-ouest de l'Atlas saharien. Les principaux sont, à partir du Rang-el-Melah : Aïn-el-Hadjar, Chemarra et Kheneg-el-Azir, El Rhoder et Oum-él-Rechou, le djebel Malah des Ouled Abdel-Kerim, le Tiourtalet et, enfin, au nord de Figuig, sur la frontière marocaine, les curieux pointements ophitiques de Djenien-bou-Resq. Mon savant ami M. le docteur Bleicher a bien voulu me confier sur ces derniers les renseignements inédits ci-après, lesquels confirment jusque sur ce point extrême et encore si peu connu, l'attribution au phénomène ophitique de ces manifestations multiples de l'activité interne, à une époque relativement récente puisque, dans certains cas, elles ont bouleversé les formations pliocène et même quaternaire, d'après Ville. Voici les premiers résultats de l'étude entreprise par M. Bleicher sur les roches éruptives de Djenien bou-Resq :

« *Roches vertes de Djenien bou-Resq.* — Sous ce nom, M. le capitaine du génie Guntz nous a envoyé, en même temps qu'un tronc d'arbre silicifié qui a été étudié par M. le professeur Fliche, de l'Ecole nationale forestière, une série de roches très intéressantes provenant de ce poste algérien, le plus rapproché comme on le sait de l'oasis de Figuig, dans le département d'Oran.

» Ces échantillons ont été recueillis dans les *montagnes vertes*, qui forment au N. N. O. du poste de Djenien bou-Resq trois mamelons isolés, apparaissant au milieu d'une région où affleurent des grès siliceux et des calcaires qui contiennent des Echinides jurassiques, d'après la détermination qui a été faite par M. V. Gauthier sur quelques exemplaires mal conservés que nous lui avons envoyés.

» Le gypse, la pyrite de fer, le quartz bipyramidé, le fer spéculaire en lamelles y accompagnent la roche éruptive verte, qui se présente sous deux aspects différents : 1° amygdalaire, formée de noyaux plus ou moins irréguliers de calcédoine blanche avec géodes intérieures de quartz, tachés ou non de fer oligiste et de chlorite, et noyés au milieu d'une masse cristalline verte avec nodules calcédonieux très petits; 2° non amygdalaire et complètement cristalline, composée des éléments suivants que l'on peut, dans certains cas, distinguer à l'œil nu sur les échantillons : calcédoine, quartz bien cristallisé, épidote, chlorite, feldspath, fer oligiste plus ou moins décomposé.

» L'examen d'une coupe microscopique caractérise mieux encore ces éléments et permet d'ajouter que le feldspath est un plagioclase,

peut-être de l'albite; que l'actinote y accompagne probablement l'épidote dominante; que le péridot et le pyroxène, s'ils y existent, sont fortement épigénisés; enfin, qu'une matière inactive à la lumière polarisée, au milieu de laquelle se trouvent des sections hexagonales rappelant celles de la tridymite, s'y rencontre assez développée.

» Il suit de ce qui précède que la roche verte de Djenien bou-Resq est éruptive, qu'elle est récente et qu'il est difficile de lui assigner un nom dans la nomenclature, car elle a dû être soumise à une série d'altérations consécutivement à son émission, comme les roches d'Arbal et de Remchi dans le Tell oranais, également subordonnées à des émissions gypseuses (1). »

Un grand nombre de pointements ophitiques du versant méditerranéen de l'Atlas du nord, ont été étudiés récemment par MM. Curie et Flâmand, lesquels ont résumé leurs observations dans un beau travail qui a paru à la suite de la *Description stratigraphique générale de l'Algérie*, de M. Pomel (2). Or, il ressort de cette étude, faite avec toutes les ressources et les puissants moyens d'investigation que possède la science actuelle, que la plupart de ces roches siliceuses vertes que Ville assimilait aux *diorites* et aux *dolérites*, aussi bien que les *boues gypsifères* et *salifères* qui leur forment un cortège si constant, sont de véritables *ophites*, offrant les plus étroites analogies avec les *ophites pyrénéennes*. Voici, d'ailleurs, textuellement, ce que disent à ce sujet MM. Curie et Flâmand :

« Cette catégorie de roches présente un intérêt tout particulier, tant par le grand nombre de ses pointements et par leur dissémination sur toute la surface du pays, que par sa nature même. Elle est constituée, en effet, par une série de roches intimement liées entre elles et qu'il est impossible de rattacher à autre chose qu'aux ophites. Elle présente du reste des types nombreux et divers, passant par gradations insensibles les uns aux autres, depuis des roches à structure et composition classiques jusqu'à des types plus divergents et surtout tufacés. Ces roches ophitiques ne forment pas en général des massifs éruptifs étendus, mais plutôt des pointements isolés, incontestablement en place sous forme de filons ou de dykes. Elles sont presque constamment accompagnées, dans leurs gisements, par de grandes masses de gypses éruptifs, par des cargneules, des marnes vertes, rouges, de couleurs diverses, méta-

(1) Communication personnelle.

(2) *Etude succincte sur les roches éruptives de l'Algérie*. Alger, 1889.

morphisées... L'analogie de cette formation avec celle des ophites pyrénéennes est complète. Ces roches ont même aussi développé, par métamorphisme dans les calcaires adjacents, de l'albite et de grandes baguettes de wernérite analogues à celles des calcaires classiques à dipyre et à couseranite. Les seules différences qu'on pourrait signaler, entre ces ophites et celles des Pyrénées, seraient que le diallage y est rare; il est remplacé, si ce n'est épigénisé, par de l'amphibole; trop souvent même, celle-ci est remplacée par des produits chloriteux. Enfin, leur couleur est le plus souvent d'un vert assez clair, tandis que, dans les Pyrénées, les ophites tirent davantage sur des couleurs plus sombres. Cela tient à ce qu'en Algérie ces roches appartiennent aux *ophites andésitiques à amphibole*, tandis que, dans les Pyrénées, ce sont surtout des *ophites labradoriques à diallage* qui sont développées. On rencontre des pointements de ces roches dans tout le Tell algérien. Dans les Hauts-Plateaux et sur la lisière du Sahara on a signalé, sous les noms de *dolérites* et de *diorites*, des roches vertes reliées à des épanchements de gypse et dont la plupart doivent leur être rapportées...

« Vu l'importance que leur donne leur union si fréquente avec les roches ophitiques, nous croyons nécessaire d'ajouter ici quelques mots relatifs aux caractères des *gypses éruptifs*. D'abord, l'expression de gypse éruptif n'est pas parfaitement exacte : c'est gypse métamorphique qu'il faudrait dire. En effet, cette substance n'est certainement pas venue telle quelle à l'état de gypse ni même d'anhydrite, mais à l'état d'eaux ou de boues gypsifiantes, c'est-à-dire d'eaux, soit acides, soit salines, qui, réagissant sur des calcaires, les ont transformés en sulfate de chaux (1). L'expression de *gypse éruptif* doit donc être comprise comme exprimant simplement l'intime liaison qu'il y a entre l'existence de ces gypses et l'émission éruptive des substances actives qui leur ont donné naissance. Ils sont, du reste, faciles à différencier des gypses sédimentaires. Ils affectent généralement la forme de dykes, d'amas, dans lesquels le gypse est formé d'un mélange intime et homogène avec du calcaire et chargé, par endroits, de substances cristallines : quartz, pyrite, tourmaline, anhydrite, barytine et aussi de marnes hariolées, vertes, rouges, métamorphisées, de cargneules, de fragments gneissiques et amphiboliques. Enfin, ce gypse est souvent percé par des filons ou des dykes de roche verte ophitique. Il y a des cas où la preuve éruptive de ces formations gypseuses prend

(1) Cette opinion est exactement celle que professait Ville (Ph. Th.).

un caractère frappant... (1). » Suit l'énumération de 24 localités typiques, toutes situées dans le Tell algérien, où les ophites ont traversé divers terrains, depuis l'Oxfordien jusques et y compris le Pliocène (Aïn Nouissy). Plusieurs de ces localités ont été décrites par Ville, soit dans l'ouvrage sus-indiqué, soit dans sa *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger* (2). Il n'est donc plus douteux que le phénomène ophitique a joué en Algérie un rôle aussi important que dans le nord et le sud de la péninsule hispanique.

En ce qui touche cette dernière région, si voisine de l'Algérie, M. Calderon a tout récemment émis (3), sur la genèse de ses nombreux pointements ophitiques, en tout semblables, du reste, à ceux de l'Algérie, une théorie séduisante sur laquelle ce n'est pas le lieu de discuter ici, mais dont il ne sera pas inutile de dire quelques mots :

Après avoir constaté que les *Roches épigéniques*, qui forment le cortège habituel des ophites de l'Andalousie, sont en relation constante avec les grandes failles ou les plis ayant déterminé l'orographie locale et qu'elles correspondent à des membres géologiques très divers, depuis et y compris le Trias jusqu'au Miocène inclusivement, il montre l'unité de leur composition, laquelle témoigne de l'unité de leur mode de formation. Le gypse y joue, comme en Algérie, le rôle le plus important, avec toutes ses variétés amorphes et cristallines si diversement colorées; il pénètre les roches calcaires plus ou moins dolomitisées, transformées en cargneules et traversées par des veines spathiques. Des argiles et des marnes bariolées non stratifiées s'associent à ce gypse et se chargent de sel marin, de soufre, et, accessoirement, de célestine, de magnésite, d'arragonite, de calcédoine noduleuse et de cristaux de quartz bipyramidés blancs, noirs ou rouges, enfin de matières bitumineuses, etc. En un mot, les roches épigéniques qui forment le cortège des ophites de l'Andalousie sont exactement pareilles à celles qui accompagnent les ophites dans les Pyrénées et dans le nord de l'Afrique; comme celles-ci, elles se présentent avec une remarquable uniformité de composition et de structure dans toute la péninsule ibérique. Il est vrai que, pour expliquer la production de ces roches épigéniques, l'auteur fait intervenir une foule d'agents

(1) *Loc. cit.*, pages 13 et suiv.

(2) Impr. Nat. 1837.

(3) La région épigénique de l'Andalousie et origine de ses ophites, in *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVII, p. 100 et suiv.

ou de facteurs géognostiques, mécaniques et chimiques; en cela, sa théorie d'ailleurs très séduisante, manque peut-être un peu de la clarté et de la simplicité désirables en pareille matière. Quoi qu'il en soit, M. Calderon a reconnu une identité presque complète entre les Ophites de l'Andalousie et celles des Pyrénées, « dont elles ne se » distinguent un peu que par la prédominance du minéral pyroxénique. »

Mais, tout en reconnaissant les relations étroites qui existent partout entre les roches épigéniques et les ophites, ce savant n'admet, ni pour les unes ni pour les autres, l'hypothèse d'une origine endosphérique ou volcanique. Il repousse également l'hypothèse de leur provenance triasique par voie de soulèvement, soutenue par M. Hébert, aussi bien que celle de MM. Virlet d'Aoust et Dieulafait, leur assignant une origine purement sédimentaire. Il ne veut reconnaître, dans les unes et les autres, que les produits d'un métamorphisme local, d'ordre mécanique et chimique, essentiellement engendrés par les puissants efforts orogéniques qui, depuis la fin de l'époque miocène, ont réagi sur tout le sud de l'Espagne et ont formé « les innombrables plis de cette contrée, » lesquels sont le résultat d'un refoulement latéral agissant sur des » couches flexibles, emprisonnées entre des massifs résistants. . . . » Si les pressions ont été capables de faire plonger les couches de » soixante à soixante-dix degrés, des roches ophitiques se sont » produites dans l'endroit du plus grand plissement. . . etc. (1). »

En d'autres termes, pour M. Calderon, les roches épigéniques de l'Andalousie sont le résultat *direct* du métamorphisme, tandis que les ophites seraient le produit « d'un dernier métamorphisme, » avec cristallisation de roches argileuses imprégnées d'éléments » chimiques divers. . . » C'est, comme il le dit lui-même, la doctrine de Lehmann appliquée à la production des ophites. Or, l'on sait que cette doctrine admet la possibilité d'une élaboration de toutes pièces, dans l'épaisseur des couches sédimentaires, pendant les périodes de plissement intense de ces couches, de roches éruptives proprement dites, c'est-à-dire capables de donner lieu à des phénomènes volcaniques. Et cela, sous la seule influence de la transformation en chaleur du travail mécanique dépensé par l'effort tangentiel. Appliquant cette théorie à l'origine des ophites de l'Andalousie, M. Calderon en conclut que « lorsqu'un terrain salifère, riche en marnes et en argiles, magnésien et gypseux, est » soumis à l'effort tangentiel, il doit reproduire les phénomènes

(1) *Loc. cit.* page 117.

» épigéniques dits ophitiques, et donner naissance à de véritables » roches cristallines massives dans les anticlinaux... » (1).

Quoi qu'il en soit de cette théorie, il ressort de la description donnée par M. Calderon de la *Région épigénique* de l'Andalousie et de ses *ophites*, la démonstration pour moi évidente de l'identité complète du phénomène ophitique de ce pays avec celui du nord de l'Afrique, ainsi que l'on pourra s'en convaincre par les descriptions de l'ingénieur Ville et les récentes études de MM. Curie et Flamand ; et ainsi que je vais essayer de le montrer par les quelques observations qu'il m'a été donné de faire dans le sud de la Tunisie.

II

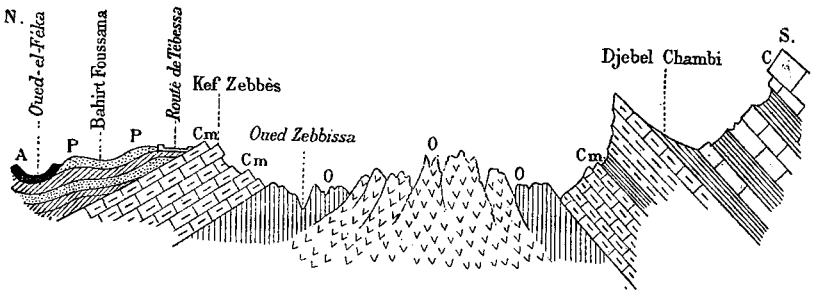
A. — *Pointements ophitiques de la vallée supérieure de l'oued-el-Féka.* — On sait que l'oued-el-Féka n'est autre que l'antique *Tana*, c'est-à-dire le plus grand fleuve de toute la région sud des hauts-plateaux tunisiens. Il prend sa source non loin de Tébessa, sur la frontière algérienne, dans le même massif montagneux qui donne naissance à l'oued Mellègue, principal affluent de la Medjerdah. Pendant la première moitié de son cours, il suit une très longue faille dont la direction générale est N. O. - S. E, laquelle recoupe obliquement, dans presque toute sa largeur, la grande chaîne centrale de la Tunisie près de la frontière algérienne. Je n'ai pu mesurer exactement tous les éléments de direction de cette faille importante, mais j'ai pu constater sa continuité sur une longueur de près de cent kilomètres, depuis le Khanguet-el-Mouahad, sur le versant oriental du djebel Zebissa, d'où elle semble partir, jusque dans la plaine des Madjer, non loin du point où l'oued el Féka exécute son grand coude vers l'est. A son origine, celui-ci porte le nom d'oued el Fahl, sous lequel il s'engage dans le long khanguet Slougui ; il entre ensuite dans la vallée de Foussanah qui lui donne son nom, franchit la profonde coupure qui sépare la haute chaîne du Chambi (1590 mèr.) du puissant massif du Semama ; puis il suit, sous le nom d'oued-el-Haob, la vallée de Kasserine, passe au pied du haut escarpement du djebel Nrouba qui termine la chaîne de Fériana et arrive à hauteur de la pointe orientale du djebel Sidi-bou-Aoun. Jusqu'à ce dernier point, où son cours s'infléchit vers l'est, celui-ci est tracé par la grande faille dont il a été parlé plus haut, laquelle a produit d'importantes dénivellations dans les couches des divers massifs qu'elle traverse. C'est elle qui, dans le khanguet

(1) *Loc. cit.* page 125.

Slougui, met en présence les calcaires sénoniens et turoniens de ses escarpements nord avec les argiles, les calcaires et les grès urgo-aptiens et albiens du massif de l'Hamra; c'est elle qui, après avoir ouvert la large vallée de Foussana, semble avoir culbuté vers le sud et vers le nord-est les puissants calcaires cénomaniens et albiens du Chambi et du Semama; un peu plus au sud, enfin, c'est encore cette même faille qui a relevé de plusieurs centaines de mètres au-dessus du niveau de la vallée les couches cénomaniennes du djebel Nouba, amenant à leur hauteur, grâce à une fracture oblique et à un glissement, un lambeau de marnes et de grès urgo-aptiens à *Terebratula sella* Sow., *Heteraster oblongus* d'Orb. et *Orbitolina lenticulata* Lamk. Outre ces dénivellations entre des couches géologiques appartenant au même axe orogénique, la grande faille de l'Oued-el Féka est encore jalonnée, sur quelques points, par de véritables dykes ou typhions éruptifs gypso-salins, émergeant au milieu de boues argileuses bariolées, vertes, grises, rouges, violettes ou lie-de-vin. Ces pointements, aujourd'hui très restreints et en partie masqués par les alluvions récentes du fleuve, se voient encore dans le khanguet Slougui, notamment à la base du djebel Hamra, ainsi qu'à la base nord du djebel Chambi et au sud du djebel Nouba, mais à l'état de lambeaux considérablement réduits. Comme ils se ressemblent tous, je ne décrirai, pour abrégé, que celui du Kef Zebbès, situé à la base nord du djebel Chambi et figuré par le diagramme ci-après :

Fig. 2.

Coupe du Kef Zebbès et de la base nord du djebel Chambi.



O. — Marnes bariolées argilo-sableuses et gypses salifères, à quartz bipyramidés, pyrites, nodules de galène argentifère, etc.

Cm. — Calcaires et grès métamorphiques jaunes, bruns, à filons de baryte, calcite et galène, etc. Etage albien ?

C. — Calcaires et marnes cénomaniens à *Nerinea bicatenata* Coq., *Lima* cfr. *cenomanensis* d'Orb., *Ostrea suborbiculata* Lamk., *O. Delettrei* Coq., *O. Syphax* Coq., *O. flabellata* Lamk., *Thomasinella punica* Schlumb. etc.

P. — Marnes et sables pliocènes de la vallée de Foussana.

A. — Alluvions de l'Oued-el-Féka.

A l'entrée nord du défilé qui sépare le djebel Chambi du Semama, et fait communiquer la vallée de Foussana avec celle de Kasserine (v. la feuille de Fériana, édit. prov. de la carte de l'État-Major au $\frac{1}{200000}$), le cours de l'oued el Féka est dévié vers l'est, c'est-à-dire vers la base du djebel Semama, par une colline très basse, qui barre en partie l'entrée du défilé et porte le nom de Kef Zebbès. C'est sur cette colline que passe la route de Kasserine (*Colonia scillitana*) à Tébessa. Elle est formée par un lambeau de couches calcaires solides, d'un jaune brun et d'apparence dolomitique, arrachées à la base du djebel Chambi et plongeant au N. E. sous un angle de 30 à 35°. L'épaisseur de ces bancs calcaires, en retrait les uns au-dessus des autres, ne dépasse pas un mètre et ils ne sont séparés que par quelques minces intercalations argileuses. Ils sont traversés par une multitude de fissures remplies de calcite, de gypse, de baryte sulfatée ou de galène ; quelques uns sont criblés de vacuoles leur donnant une apparence scoriacée ; ils ont, par places, un aspect sub-cristallin et paraissent avoir subi un violent métamorphisme. Je n'y ai remarqué aucun fossile. Ces calcaires du Kef Zebbès semblent correspondre, par leur position et par la plupart de leurs caractères, à des calcaires albiens de la base du djebel Chambi, leur faisant face au sud mais plongeant dans cette dernière direction, c'est-à-dire en sens inverse. Ils sont d'ailleurs séparés de ces derniers par une fracture large de plusieurs centaines de mètres, comblée par une formation très différente, d'origine éruptive ou épigénique, que je vais décrire.

Tout l'espace compris entre le Kef Zebbès et le djebel Chambi d'une part, entre la route de Tébessa et la colline boisée d'Oum el Alia de l'autre, est comblé par une puissante masse de gypses blancs et rougeâtres, découpés en une multitude de crêtes dentelées dominant des ravines creusées par les eaux atmosphériques. Ce gypse non stratifié, grenu, est souvent mélangé de matières terreuses vertes ou rougeâtres, couvertes d'efflorescences salines indiquant leur richesse en chlorure de sodium ; on y trouve aussi des blocs irréguliers de calcaire compact en partie gypsifiés, ou creusés de cavités leur donnant l'aspect de cargneules. Sur ses flancs nord et sud, cette masse gypsifère centrale est flanquée par de véritables salbandes de boues marno-argileuses vertes, jaunes ou rouges, remplies de cristaux de gypse, couvertes d'efflorescences salines et contenant un grand nombre de débris des roches encaissantes, complètement métamorphisés, ainsi que des plaquettes de roches siliceuses verdâtres ou brunes, parfois micacées. Quelques fragments de ces dernières roches, soumis à l'examen de M. le docteur

Bleicher, ont donné lieu aux observations suivantes, que je reproduis textuellement.

« *Echantillon n° 57.* — Calcaire noir, corrodé à la surface, provenant des boues gypsifères et appartenant selon toute probabilité aux roches encaissantes. La coupe de cet échantillon montre de nombreuses cavités de petite taille (tête d'épingle), remplies d'une matière blanche qui a été reconnue comme étant du gypse. La coupe de cette roche à un faible grossissement (*oc. 2, obj. 2, Verick*), montre que la calcite en forme la base, qu'elle est grenue, cristallisée (lumière polarisée), creusée de vacuoles dans lesquelles le gypse fibreux domine, avec quelques cristaux de calcite. Cette roche nous paraît intéressante en ce qu'elle montre bien la pénétration du calcaire par le gypse, venu après coup remplir ses cavités.

» *N° 59.* — Calcaire noir, de même apparence que le précédent, mais avec veinules très fines et en réseau de gypse fibreux.

» *N° 60.* — Plaques de grès gris-verdâtre, à grains fins de quartz à contours anguleux ou arrondis, mais sans contours nets de cristaux. Ces grains sont remplis d'inclusions fines et noyés dans un ciment ferrugineux peu abondant. Par places, on aperçoit (*oc. 2, obj. 2 Verick*) des grains de quartz calcédonieux, si l'on peut caractériser ainsi ceux qui, à la lumière polarisée, donnent avec les caractères ordinaires du quartz hyalin des bandes noires parallèles et, pour certains échantillons, croisées d'un second système de bandes perpendiculaires aux premières. La coupe montre également ici des veinules de calcite.

» *N° 62.* — Grès fin, blanc-jaunâtre, parsemé de petites taches couleur de rouille. Légère effervescence avec l'acide chlorhydrique, qui se colore en jaune par la dissolution^e du fer de la roche. Le résidu, de quartz pur, se dissout à peu près complètement dans l'acide fluorhydrique après quelques jours de digestion. La coupe présente, au microscope des grains quartzeux assez gros, aux contours souvent assez nettement hexagonaux, de nature hyaline, avec traînées de fines inclusions. Quelques grains de quartz présentent, à la lumière polarisée, un ou deux systèmes de bandes noires qui pourraient être attribuées à de la pyrite plus ou moins épigénisée. Le tout est noyé dans un ciment peu abondant, probablement silico-ferrugineux.

» *N° 150.* — Quelques échantillons de grès fin verdâtre, sont identiques au n° 60, mais on y reconnaît de plus des paillettes de

mica (lumière polarisée), au milieu de grains de quartz dont quelques-uns seulement ont des contours cristallins. » (1)

Quelques-unes des roches siliceuses vertes qui viennent d'être décrites offrent la plus grande similitude avec les roches siliceuses du Rang-el-Melah, dont il a été question au début de ce travail. Ce qui surtout paraît remarquable, c'est le métamorphisme intense qu'ont subi certaines de ces roches, dans lesquelles (N^{os} 57 et 59) on voit, même dans leurs éléments les plus durs et les plus réfractaires, tels que le quartz, de très fines inclusions de gypse fibreux et de calcite, lesquelles n'ont pu se produire que sous l'influence d'agents chimiques des plus actifs.

Au milieu de ces débris de roches abondent, par places, dans les marnes gypsifères, d'assez gros cristaux de quartz bipyramidés plus ou moins fuligineux ; la forme de ces cristaux est généralement trapue ; leurs faces inégales sont souvent striées en travers et ils sont presque toujours plus ou moins fissurés. Avec ces cristaux de quartz on trouve, sur certains points, des dodécaèdres de pyrite sulfureuse jaune ou rougeâtre, souvent partiellement transformée en limonite, ainsi que des fragments prismatiques de barytine et des cristaux de gypse en fer de lance, colorés en rose ou en violet. Enfin, ici comme au Rang-el-Melah, les paillettes de fer oligiste ne sont pas rares dans les marnes gypsifères et salifères.

Mais ce qui, au Kef Zebbès, rend ces dernières particulièrement intéressantes, c'est la présence fréquente, au milieu d'elles, de nodules de galène gros comme des noisettes ou des noix, de forme généralement arrondie ou à angles très émoussés, recouverts d'un épais enduit de litharge grisâtre ou verdâtre, offrant parfois des reflets violacés ou irisés. Sur leurs cassures fraîches, ces nodules, à structure cristalline lamellaire, montrent de grandes facettes miroitantes ; à l'extérieur, au contraire, ils ont perdu tout leur éclat et ils paraissent souvent comme corrodés, par suite de la transformation chimique qu'ils ont subie. Une analyse, faite au laboratoire d'essai de l'Ecole des Mines en 1887, a montré que ces nodules renferment 74, 20 pour cent de plomb et, pour 100 kilogrammes de ce métal, 57 grammes d'argent. C'est une galène argentifère, mélangée d'une certaine quantité de céruse (plomb carbonaté) et transformée superficiellement en protoxyde de plomb ou litharge. M. le docteur Bleicher, qui a reconnu et étudié cette dernière transformation sur les échantillons que je lui ai communiqués, admet que ces nodules proviennent des

(1) Communication personnelle.

calcaires encaissants où, comme je l'ai dit plus haut, existent de nombreux filons plombifères, et il se demande si « leur mise en » liberté dans les boues gypsifères, n'a pas été accompagnée d'actions chimiques qui, en corrodant la galène à sa surface, » auraient donné naissance à la litharge ? » (1). C'est fort probable, et il semble bien qu'une telle transformation n'a pu s'opérer qu'après la fonte préalable de la galène dans un milieu oxygéné et à une assez haute température. Il est de plus à noter que, outre la céruse, quelques-uns de ces nodules renferment encore du gypse et de la baryte à l'état d'inclusions plus ou moins profondes.

Ces nodules de galène sont surtout abondants, au Kef Zebbès, dans les marnes épigéniques qui sont au contact des calcaires métamorphiques. Les indigènes les recherchent pour les transformer par la fonte en balles de fusil. J'en ai trouvé encore, dans les mêmes conditions de gisement, à la base nord du djebel Hamra ainsi qu'à la base ouest du djebel Semama, toujours sur le trajet de la grande faille de l'Oued el Féka.

Il ne semble pas inutile de rappeler, à propos de la présence du plomb concrétionné dans les boues gypsifères et salifères qui jalonnent cette faille, que des associations semblables ont été signalées déjà par Élie de Beaumont, puis par MM. Michel Lévy et Choulette (2), dans des gîtes triasiques et infra-liasiques, ainsi que dans des gîtes tertiaires contemporains du soulèvement des Pyrénées et des Alpes principales. M. de Lapparent y trouve même un puissant argument en faveur de l'origine interne des principaux dépôts de sel gemme et de gypse qui caractérisent ces deux époques d'émanations plombifères si éloignées l'une de l'autre (3).

Je n'ai pu m'arrêter qu'un instant au Kef Zebbès, et je ne saurais dire si l'on y voit percer quelque part les roches vertes, ou ophites proprement dites, qui ont, en Algérie comme en Espagne, pour cortège habituel les boues et les gypses épigéniques que je viens de décrire.

B. — *Ballon éruptif du djebel Aoufia (massif du Chérichira)*. — Ici, nous sommes encore sur le versant sud de la grande chaîne centrale, sur le seuil des Hauts-Plateaux et à vingt-cinq kilomètres à peine de la ville sainte de Kairouan, mais nous sommes en pleine formation tertiaire, représentée par les étages éocène, miocène et pliocène. Le petit massif du djebel Chérichira présente, sur son

(1) Communication personnelle.

(2) *Ann. des Mines*, 1871.

(3) *Géologie*, 2^{me} édit. p. 1370.

versant sud, le niveau calcaréo-marneux et ostréen du Suessonien inférieur, tandis qu'au nord, le Suessonien supérieur est représenté par un niveau calcaréo-gréseux et ferrugineux, à Nummulites, identique à celui du djebel Nasser-Allah (3); au-dessus de ce dernier niveau viennent, en stratification discordante, les lambeaux de l'étage miocène moyen et d'une formation pliocène fluvio-lacustre à végétaux silicifiés et à *Helix* aff. *Semperiana* Crosse. Une faille longitudinale très nette, dirigée E.N.E., divise ce massif en deux portions inégales; l'inférieure est formée par les calcaires suessonniens à *Ostrea multicosata* Desh. et *O. Clot-Beyi* Bellar., dont les couches plongent d'environ 45° vers le sud; la supérieure est formée par les calcaires ocreux à Nummulites, dont les couches très redressées plongent presque verticalement vers le nord. J'ai pu suivre cette faille depuis la rive droite de l'oued Chérichira jusqu'à la base est du djebel Trozza, où ses lèvres se montrent très rapprochées l'une de l'autre, tandis qu'elles s'écartent au contraire assez brusquement dans sa région moyenne qui correspond au djebel Aoufia, portion du massif séparée du Chérichira par l'oued Lakouam et du Trozza par l'oued Merguellil. Sur ce point central surgit, entre les lèvres violemment écartées de cette faille, un énorme ballon éruptif argilo-gypseux, dont le plus grand diamètre nord-sud est d'environ 1000 mètres et dont la masse rougeâtre, à surface déchiquetée et profondément ravinée, s'élève d'une quarantaine de mètres au-dessus de l'oued Lakouam. Sur la limite nord de cette énorme masse non stratifiée se dresse, à l'altitude de 495 mètres, le pic du djebel Aoufia, dominant les vallées du Chérichira et de l'oued Lakouam de près de 100 mètres; du côté sud, ce pic est formé par un faisceau de calcaires ocreux à Nummulites, redressé presque verticalement et formant une sorte de collerette dentelée au ballon gypseux; accolé au précédent, un autre faisceau presque vertical de mollasses marines miocènes, plonge au nord sous l'atterrissement pliocène de l'oued Chérichira. Le ballon argilo-gypseux s'abaisse vers le sud et va buter contre les calcaires suessonniens à lumachelles ostréennes; à l'ouest, sa masse rougeâtre s'incline en se rétrécissant vers la vallée de l'oued Merguellil, où elle disparaît; vers l'est, elle s'abaisse brusquement sur la rive droite de l'oued Lakouam, affleure encore entre les pendages anticlinaux, très rapprochés ici, des deux niveaux suessonniens du djebel Chérichira et disparaît sur la rive droite de l'Oued Chérichira. De loin, il m'a

(3) Voy. *B. S. G. F.*, 3^{me} sér., t. XIX, ma *Note sur les gisements de phosphate du Sud de la Tunisie*.

semblé que, sur la rive gauche de ce dernier, les calcaires ocreux à Nummulites du djebel Gourine reposent, comme au Nasser-Allah, sans discordance appréciable sur les calcaires suessonien inférieurs.

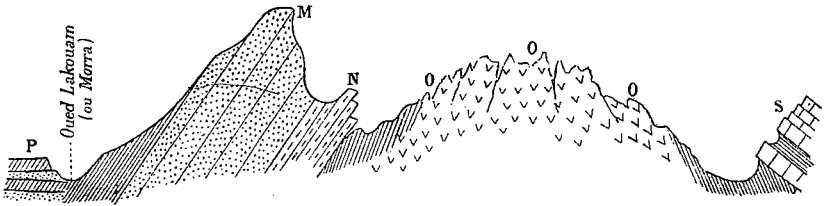
Fig. 3.

Coupe du djebel Aoufia (massif de Chérichira).

N.

Djebel Aoufia (495 mét.)

S.



- O. — Marnes bariolées argilo-sableuses, gypses et sel, constituant le ballon éruptif de l'Aoufia.
- S. — Marnes et calcaires marneux de l'étage suessonien inférieur, à *Venus Grenieri* Coq., *Cytherea promeca* Loc., *Ostrea multicosata* Desh., *O. Clot-Beyi* Bellar., *Thagastea Wetterlei* Pom., *Fibularia Lorioli* Tho. et Gau., *Echinolampas Goujoni* Pom.
- N. — Calcaires gréseux très ferrugineux, à petites *Nummulites*, *Turritella palætera*, *T. Bourguignati* et *T. obruta* Loc., *Panopæa Tunetana* Loc., *Pecten Tunenatus* et *P. nucalis* Loc., *P. subtilratitus* d'Arch., *Euspatangus Meslei* et *E. Cossoni* Tho. et Gau., *Schizaster Africanus* de Lor., *Echinolampas Perrieri* de Lor., *E. cepsa* Tho. et Gau., *Orthechinus Tunetanus* Tho. et Gau.
- M. — Mollasse miocène à *Ostrea crassissima* et *O. gingensis* Schloth., *Pecten benedictus* Lamk., *Scutella Bleicheri* Tho. et Gau., *Amphiope* sp. nov., etc.
- P. — Marnes rouges et sables jaunes pliocènes, à *Helix* aff. *Lemperiana* Crosse et à bois silicifiés.

Si maintenant nous examinons le ballon gypseux de l'Aoufia, nous lui reconnaitrons à peu près tous les caractères que présentent, en Algérie, les pointements gypso-salins dont le Rang-el-Melah est le type. A la surface, d'énormes amas de gypse et de marnes argileuses aux couleurs bariolées où domine la nuance rouge, bouleversées, hâchées et sans apparence de stratification, où l'on voit briller au soleil des cristaux d'anhydrite, de calcite, des fragments de grès micacé, des paillettes de fer oligiste et des efflorescences salines amères. Au voisinage des roches sédimentaires encaissantes, notamment au nord et à l'est on remarque, dans ces boues gypso-salines, des nids de sable blanc quartzeux très fin, pénétrant souvent dans les nombreuses fissures du calcaire ocreux à Nummulites, sous forme de filonnets blanchâtres qui tranchent sur la couleur sombre de la roche. Le temps m'a manqué pour rechercher s'il n'existe pas, au milieu de ces boues gypsifères, quelques lambeaux de roches ophitiques cristallines; quoi qu'il en

soit, leur origine éruptive ou épigénique ne paraît pas douteuse. Cependant, je dois dire que M. Errington de Lacroix, qui a visité cette localité après moi, a simplement noté au sud du piton d'El-Aoufia, une puissante formation marno-gypseuse dans laquelle il n'a pas trouvé de fossiles, mais que, par analogie avec le même régime tertiaire déjà signalé par M. Rolland dans les environs de Makter, il croit appartenir « à l'Éocène moyen ou peut-être supérieur (1). » Par contre mon collègue de mission, M. Le Mesle, qui a visité l'Aoufia en 1889, a, comme moi, reconnu à son ballon gypseux un caractère nettement éruptif, et c'est lui qui m'a signalé les infiltrations de sable fin quartzeux dans les calcaires ocreux à Nummulites du contact, dont je viens de parler. Un échantillon de ce sable rapporté par lui, a été examiné par M. Bleicher, lequel lui a reconnu les caractères ci-après :

« L'analyse d'un sable fin recueilli au djebel Aoufia, dans un filon traversant le Nummulitique, en connexion avec l'éruption boueuse et gypseuse voisine, a donné les résultats suivants : l'eau régale y dissout un peu de fer ; à froid, précipité floconneux de silice gélatineuse ; résidu formé de grains fins, anguleux ou non, de quartz hyalin, avec quelques grains opaques grenus et quelques lamelles de mica. »

Le métamorphisme intense subi par les calcaires à Nummulites, au contact des boues gypsifères de l'Aoufia, est incontestable et s'est fait sentir jusqu'à une distance assez grande. Deux échantillons de ces roches, pris à l'est, dans des bancs du djebel Chérichira riches en Echinides et éloignés d'au moins 500 mètres du ballon de l'Aoufia, ont donné à l'analyse de M. Bleicher les résultats suivants :

« N° 112. — Calcaire gréseux à Nummulites. Le résidu du traitement par l'acide chlorhydrique donne des noyaux intérieurs de Nummulites ; des débris du test perforé de ces Foraminifères, probablement siliceux ; des grains de quartz très fins ; quelques cristaux de quartz hyalin bipyramidés et des traces de phosphate de calcium.

» N° 111. — Débris d'un Echinide (*Echinolampas Perrieri* de Lor.) Test spathisé, rempli de calcaire marneux ferrugineux couleur chocolat, dans lequel sont nichés des Nummulites, des tubes de Serpules et des débris de coquilles. Le résidu par l'acide chlorhydrique donne des grains de quartz de petite taille et des grains verts lamelleux ; la solution, très colorée par le fer dissout, contient

(1) *Comptes-rendus Acad. des sc.* 8 août 1887.

de la silice gélatineuse en abondance. Le calcaire marneux couleur chocolat du remplissage contient des traces de phosphate de calcium; les Nummulites et les Serpules sont dans le même cas. » (1)

J'ai, de plus, noté quelques filonnets de calcite et de barytine dans les mêmes calcaires gréseux qui viennent d'être décrits, mais je n'y ai point vu, comme au Kef Zebbs, des filons de galène. Toutefois, si ce minéral ne se trouve pas au voisinage immédiat du ballon de l'Aoufia, on le trouve non loin de là, à la base est du djebel Trozza, au point précisément où la faille de l'Aoufia atteint les couches crétacées de cette puissante montagne et se traduit par des fissures profondes, du sein desquelles s'échappent les vapeurs d'une source chaude sulfureuse qui porte le nom de Hammam Trozza. M. le Mesle a donné une belle coupe du versant nord du djebel Trozza (2), laquelle montre que le centre du massif, dont les couches sont fortement relevées vers le nord, est constitué par de puissants calcaires siliceux, appartenant, au moins en partie, aux étages turonien ou santonien. Au-dessus viennent des calcaires à Inocérames, contre lesquels s'appuie, en parfaite concordance de stratification, une puissante formation calcaréo-marneuse à *Thersites ponderosa* Coq., *Rostellaria* cf. *macroptera* Lamk., *Carolia placunoides* Cantr., et à lumachelles d'*Ostrea multicosata* Desh., *O. Clot-Beyi* Bellardi, etc., niveau identique à l'étage suessonien inférieur du djebel Naasser-Allah et du sud du massif du Chérichira. Il est à remarquer que, ici, le niveau nummulitique calcaréo-gréseux et ferrugineux supérieur à Echinides, est représenté par des calcaires jaunes grumeleux à *Schizaster africanus* de Lor., *Echinolampas*, etc., sans la moindre interposition, entre ces derniers et les calcaires sous-jacents, de marnes ou de boues gypsifères quelconques (lettre P de la coupe de M. le Mesle) et sans la moindre discordance, contrairement à ce qui se voit tout près de là aux djebels Aoufia et Chérichira. C'est que, au Trozza, l'effort de dislocation qui a produit la faille de ce dernier massif, s'est principalement fait sentir sur la masse des calcaires secondaires, ainsi qu'en témoignent les nombreuses fissures filoniennes remplies de galène associée à la calamine qu'on y a découvertes, minéraux dont j'ai vu de beaux échantillons à l'Exposition Universelle de 1889, dans la vitrine du Service des Mines de la Tunisie. Mais n'ayant pu explorer en détail le djebel Trozza, dont j'ai simplement longé la base, je ne saurais préciser davantage au sujet des relations de ces

(1) Communication personnelle.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, 1870, p. 213.

gîtes minéraux avec le ballon éruptif de l'Aoufia. Il y aura là des recherches intéressantes à poursuivre.

Jé ne puis quitter l'Aoufia sans tirer au clair l'opinion émise par M. E. de Lacroix, au sujet des boues gypsifères de cette localité, formation qu'il considère comme un membre de la série éocène et qu'il place sur le même niveau que les marnes gypsifères superposées aux calcaires phosphatés du massif central, signalées par M. Rolland. On sait, en effet, que ce dernier avait cru reconnaître dans l'étage nummulitique de cette région, deux horizons à Nummulites distincts, séparés par un niveau marneux, dont le plus supérieur représenterait l'Éocène moyen du bassin de Paris (1). Mais MM. Pomel (2) et Ficheur (3) ont montré que les marnes et les calcaires supérieurs à *Nummulites Rollandi* et *N. Zitteli* var. etc. du Dir-el-Kef, n'y représentent, comme en Algérie, qu'un seul et même étage appartenant à l'Éocène inférieur ou Suessonien. Mes propres observations au Guelaat-es-Snam, au Chérichira et au Nasser-Allah, confirment pleinement cette manière de voir, ainsi que je l'ai indiqué ici même récemment (4). Il n'est donc pas possible d'assimiler à l'étage des gypses de Montmartre, les marnes gypsifères du Dir-el-Kef et de la Tunisie centrale, pas plus *a fortiori* que les boues gypsifères de l'Aoufia, si manifestement intercalées entre les lèvres d'une faille qui sépare deux niveaux de l'étage suessonien.

Cette tendance à diviser en deux étages distincts, « séparés par » une discordance de transgressivité », la formation éocène de la Tunisie, semble avoir pour point de départ une erreur probable de Coquand et de M. Brossard, en ce qui concerne certaines formations sédimentaires du département de Constantine. Coquand, en effet, méconnaît absolument dans son grand ouvrage sur cette région (5), les caractères éruptifs et épigéniques des gypses salifères si communément répandus dans le massif de l'Aurès. Il veut absolument voir dans ces pointements gypso-salins, en dépit des difficultés que soulève une semblable interprétation, une formation sédimentaire régulièrement interstratifiée à la partie supérieure de l'étage suessonien, sur le niveau du Calcaire Grossier parisien. Et comme si cette interprétation avait laissé, dans l'esprit du savant maître, quelques doutes qu'il craignait de voir naître et grossir dans celui de ses lecteurs, il revient à plusieurs reprises et avec

(1) *C. R. Acad. des Sc.*, 7 juin 1886.

(2) *Descript. stratigr. gén. de l'Algérie*, p. 120.

(3) Les Nummulites de l'Algérie, *B. S. G. F.*, 3^e sér. t. XVII, 1889, p. 360.

(4) Gisements de phosphate de la Tunisie, *B. S. G. F.*, 3^e sér. t. XIX, 1891.

(5) Géol. et paléont. du sud de la prov. de Constantine, 1862.

insistance sur la nécessité de ne pas faire de confusion à cet égard. Voici, en effet, ce qu'il écrit à ce propos au sujet du magnifique ballon éruptif gypso-salin d'El Outaïa, près Biskra : « J'aime à » penser que la coupe que je viens de donner du djebel el Melâh, » met suffisamment en relief son origine neptunienne, origine » démontrée par l'alternance régulière de grès, de marnes, d'ar- » giles, de gypses et de sel, et qu'elle écartera toute idée de dépôt » postérieur ou de remplissage par voie de sublimation ou » d'éruption (1). » Or, cette dernière idée est précisément celle que donne invinciblement l'inspection du djebel Melâh, tel que je l'ai vu en 1879. Je n'en veux pour preuve que la description qu'en a donnée le premier géologue qui l'a visité, Fournel : « Quand » on s'avance vers les montagnes qui forment la lisière septen- » trionale de la plaine d'El Outaïa, on trouve toutes les traces d'un » affreux bouleversement. Au milieu des marnes vertes, grises, lie- » de-vin, profondément ravinées, s'avancent de puissantes couches » de poudingues complètement brisées ; au milieu des gypses sont » empâtés d'énormes blocs de calcaire noir, comme celui qui forme » quelques bancs disloqués dans les régions environnantes... » désordre qui fait un singulier contraste avec la régularité qui » caractérise la chaîne d'El Kantara... Cependant, en un point du » versant sud où les marnes disparaissent pour faire place à des » gypses, bien que ceux-ci soient profondément ravinés et entre- » mêlés de blocs de calcaire noir, on voit paraître d'énormes bancs » de sel gemme qui sont horizontaux : c'est une véritable mon- » tagne de sel gemme... » (2). A cette description de Fournel, j'ajouterai que j'ai moi-même recueilli, dans les marnes gypsifères et salifères en contact avec les grès tertiaires de la montagne d'El Outaïa, des quartz bipyramidés fuligineux, des cristaux de pyrite épigénisée et des fragments de roches siliceuses en tout semblables à celles du Rang-el-Melah de Djelfa.

Coquand renouvelle encore sa recommandation de « se bien » garder de considérer comme éruptifs » ces pointements gypso-salins, à propos du ballon des Zouabis, situé dans la région épigénique si remarquable de Khamissa et de la plaine de Tamlouka, au sud-ouest de Souk-Ahras et du djebel Dekma. Même recommandation pour celui du djebel Hamimat. Mais ces pointements se montrent en terrains variés, créacés ou tertiaires et Coquand a été tellement frappé de leur indépendance si manifeste du terrain encaissant, qu'il n'a pu s'empêcher d'écrire ce qui suit : « Ce

(1) *Loc. cit.*, p. 139.

(2) *Richesse minérale de l'Algérie*, t. I, p. 307.

» qu'il y a de remarquable, c'est pour ainsi dire leur isolement » relatif : on dirait qu'ils occupent la place d'anciens lacs des- » séchés (1)... » Bien petits lacs, il faut en convenir, pour de si puissantes masses de gypse et de sel gemme accumulés!

Mais puisque j'ai entrepris cette discussion, il ne sera pas hors de propos de faire remarquer qu'il est un peu plus difficile d'interpréter l'origine de certaines couches de gypse régulièrement stratifiées, qui s'observent sur la limite sud des Hauts-Plateaux algériens et tunisiens, notamment sur la lisière même des grands chotts sahariens. Ce sont de puissantes couches de gypses bariolés que l'on voit se superposer, en stratification parfaitement concordante, aux dernières couches suessoniennes qui forment, au sud, les derniers pendages verticaux et fortement inclinés et la chaîne saharienne. On en voit dans le sud-ouest de la Tunisie, tout le long du versant sud de la chaîne bordière du chott Rharsa et, en Algérie, tout le long de la lisière sud de l'Aurès, où Coquand leur attribue, sur quelques points, une puissance d'au moins 200 mètres. Aussi ce dernier les considère-t-il comme représentant là l'étage du Calcaire Grossier parisien, mais « sans pouvoir affirmer, cependant, qu'elles » représentent aussi les gypses de Montmartre (2)... » Voici, en résumé, la description qu'il en donne : « ... A mesure qu'on » avance vers le Sahara, les marnes s'irisent de plus en plus, elles » se jaspent de vert, d'amarante, de gris, et elles sont traversées » par des veines irrégulières de gypse fibro-soyeux ; on se croirait » en plein dans les Marnes Irisées et cette illusion, si elle n'était » combattue par les faits de superposition, serait complétée par » l'existence, au fond du vallon qui débouche à Khanga-Sidi- » Nadji, d'une couche puissante de gypse salifère encaissée dans » des assises rouges... La modification minéralogique que subit » graduellement l'étage tertiaire devient de plus en plus prononcée » à mesure qu'on se rapproche du désert et montre qu'on a mis le » pied dans un nouvel étage... » (3). Mais, au lieu de croire à un nouvel étage sans preuves paléontologiques et stratigraphiques, ne serait-il pas préférable d'attribuer au métamorphisme la présence de ces gypses et de ces marnes rubéfiés, précisément aux points précis où, pendant l'époque éocène, se sont constitués les premiers ridements de la chaîne saharienne ? Et n'est-ce pas justement sur ces points précis que se sont produites les profondes fractures qui

(1) *Loc. cit.*, p. 133.

(2) *Loc. cit.*, p. 132.

(3) *Loc. cit.*, p. 129.

ont creusé le lit des grands Chotts ? Or, toute fracture profonde est une porte ouverte aux agents du métamorphisme.

Il est curieux de constater qu'un phénomène identique semble s'être produit sur la lisière du massif kabyle et du Chott Hodna, dans le département de Constantine. Là, sur une ligne rigoureusement parallèle à la grande faille qui a creusé le lit de ce Chott, on voit se superposer aux couches suessonniennes de la chaîne des Mahdid, un étage argilo-gypseux dont la puissance très variable ne dépasse guère cent mètres et que M. Brossard considère également comme représentant, sur ce point, l'étage parisien. Cet étage formerait une bande étroite commençant dans l'ouest à Bou-Djemelin et finissant à l'est au défilé de Bou-Seroun ; partout ailleurs, il manque au-dessus de l'étage suessonien. Voici la description que M. Brossard a donnée de ces prétendus gypses parisiens : « L'étage parisien se » compose uniquement de couches de gypse et de couches d'argiles » alternant irrégulièrement. Le gypse appartient toujours aux » variétés laminaire, fibreuse et argilifère. Dans une même assise, » la roche est disposée sous forme de lentilles superposées et » séparées par des argiles. A la surface des bancs et dans les » endroits humides, de la chaux sulfatée niviforme, sans doute » mélangée avec du chlorure de sodium, produit des incrustations » peu épaisses. Le gypse et les argiles affectent un grand nombre » de couleurs : blanc, verdâtre, rouge sanguin, violet ou lie-de-vin... » Il est rare de trouver dans un même banc des blocs de gypse » un peu considérables, sans voir englobés, au milieu de la chaux » sulfatée des fragments d'argile. De nombreuses fissures, ne » dépassant guère quelques décimètres d'épaisseur, ont traversé » les couches d'argile et de gypse et se sont remplies de chaux » sulfatée, blanche fibreuse.... Je n'y ai jamais recueilli de » fossiles (1)... » Ajoutons à cette description que l'étage tongrien, également sans fossiles, qui, d'après M. Brossard, recouvrirait son étage parisien, apparaît ici sous forme « de petits monticules » placés entre les gypses et les poudingues du sous-étage falunien... » et se compose, à sa base, de poudingues durs et fissurés, à ciment calcaire et à cailloux roulés, de sables rouges sanguins et d'argiles gypsifères grisâtres, avec fissures perpendiculaires aux plans de stratification et remplies de gypse. Comme on le voit, un métamorphisme intense, probablement dû à des réactions pluto-niennes d'ordre ophitique, semble encore avoir joué ici le principal rôle, sur le trajet d'une grande faille ; phénomène dont les abon-

(1) Géol. de la Subdivis. de Sétif. *M. S. G. F.*, 2^{me} sér., t. VIII, 1886, p. 264.

dantes sources chaudes du Hammam et de Bou Seroun, la petite source de pétrole dont parle Tissot (1) et le curieux cratère d'El Bahira, aujourd'hui transformé en un lac salé, sont comme les témoins actuels, aussi bien que ce fragment de roche siliceuse d'origine éruptive. dont parlent Renou (2) et M. Brossard (3).

Cette longue digression n'était pas inutile, comme on le voit, pour éclairer un problème dont je n'ai pas la prétention d'avoir trouvé la solution, mais dont j'ai cru utile de dégager les éléments essentiels qui serviront, je l'espère, à le résoudre. Je continue maintenant ce qu'il me reste à dire sur les pointements ophitiques du sud de la Tunisie, en abrégant autant que possible pour ne pas tomber dans les redites. Je ne possède pas, du reste, de renseignements aussi précis sur les localités qu'il me reste à indiquer que sur les précédentes.

C. — *Cirque de l'oued Cherchara (djebel Bou-Hedma)*. — La grande chaîne de Gafsa se subdivise en un tronçon occidental et en un tronçon oriental, séparés par le défilé qui donne passage à l'oued Baïech. La chaîne orientale se termine non loin du littoral des Syrtes, par un petit massif très déchiqueté et très bouleversé, dont les lambeaux projetés dans toutes les directions circonscrivent d'étroites vallées de fractures. Celles-ci ne semblent être que l'épanouissement terminal de la vallée de Mech, qui divise longitudinalement tout le versant nord du djebel Bou-Hedma, et à l'origine de laquelle jaillissent les belles sources thermales près desquelles les troglodytes de Mech ont creusé leurs abris. A l'extrémité N. E. du massif terminal du Bou-Hedma se détache, au-dessus de la vallée de l'oued Leben, le petit ballon argilo-gypseux aux teintes rutilantes de Lella Mazouna, au pied duquel filtre la source sulfureuse du même nom. Sur le versant sud de la chaîne et près de son extrémité orientale, s'ouvre la gorge étroite et profonde de l'oued Cherchara, qui continue de ce côté la vallée de Mech, tandis qu'une autre gorge, celle de l'oued ed Dem (rivière du sang), semble la continuer vers l'est.

La gorge de l'oued Cherchara présente, au moment où elle s'ouvre sur le vaste bassin de la sebkha Naïl, dans lequel elle déverse ses eaux saumâtres et sulfureuses, un curieux cirque de fracture dû à un gigantesque effondrement des roches cénomaniennes qui cons-

(1) *Texte explic. de la carte géol. prov.* au $\frac{1}{800000}$ 1881, p. 73.

(2) *Géologie de l'Algérie*, 1848.

(3) *Loc. cit.*, p. 244.

tituent la masse principale du djebel Bou-Hedma. M. Doumet-Adanson, qui a visité avant moi cette localité, a donné de ce cirque une excellente description à laquelle j'emprunte les passages ci-après : « L'entrée est fermée par une muraille naturelle de roches peu épaisses, dont les couches plongent verticalement... Derrière cette muraille s'ouvre le cirque, résultant d'un écroulement qui a produit un chaos des plus étranges, au milieu duquel les bancs de calcaire dolomitique, de grès et de gypse bariolés de gris, de blanc, de jaune et de rouge, qui se sont détachés de ses parois escarpées hautes de 5 à 600 mètres, se sont enchevêtrés et entassés, formant une véritable montagne circonscrite par un profond ravin circulaire servant de lit à un torrent, dont les deux branches viennent se réunir à l'entrée de la gorge. A gauche de celle-ci, un vaste marais, incessamment comblé par les débris de la montagne, laisse échapper des eaux sulfureuses et salées, parfois chargées d'oxyde de fer. Le lit du bras droit du torrent est formé de couches gypseuses assises horizontalement les unes sur les autres, en manière de marches d'escalier ; des traces de sel gemme se montrent sur plusieurs points parmi ces couches, dont la surface est couverte d'efflorescences salines. Tandis que les parois de la montagne centrale présentent des amas de sable alternativement gypseux, dolomitique ou siliceux, dont le sommet est couvert de débris de grès, les falaises abruptes qui forment le cirque montrent la superposition normale des couches... » (1).

Deux autres explorateurs de l'oued Cherchara, Pellissier et l'ingénieur des mines Fuchs, y auraient observé, le premier une source d'asphalte, le second des vestiges d'exploitation de minéraux précieux, d'or notamment.

En ce qui me concerne, l'examen que j'ai fait du cirque de l'oued Cherchara, m'a montré qu'il ne diffère en rien de la plupart des pointements ophitiques de l'Algérie et de la Tunisie. Les boues gypsifères, la silice et le sel gemme, ainsi que les débris de roches métamorphiques qui constituent son cône central, peuvent bien provenir en partie de la désagrégation et du lavage des roches cénomaniennes encaissantes ; mais la présence, au milieu de ces débris incohérents, de cristaux de quartz bipyramidés, de pyrites sulfureuses épigénisées, de paillettes de fer oligiste et de fragments de roches siliceuses micacées, aussi bien que leur accumulation sur le trajet d'une grande fracture, tout cela trahit l'intervention

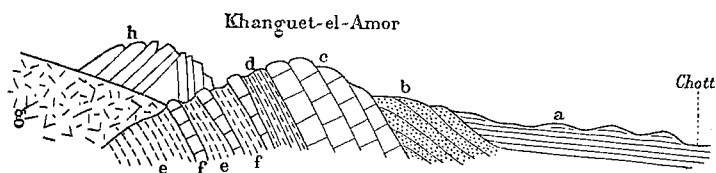
(1) *Rapp. sur une mission botanique* (1884), p. 30 à 32.

active d'agents thermo-minéraux, dont les effets minéralisateurs auraient eu la plus grande similitude avec ceux des ophites.

D. — *Khanguet-el-Amor* (sud-ouest du djebel Roumana). — La pointe orientale de la longue chaîne bordière du Cherb, qui sépare les Hauts-Plateaux des chotts Djérid et Fedjedj présente, comme celle de Gafsa, de nombreuses failles transversales. L'une d'elles, portant le nom de *Khanguet-el-Amor*, sépare le petit massif cénomaniens et albiens du Roumana ou Téliat, de la chaîne sénonienne du Fedjedj. A l'entrée sud-est de ce court défilé, existe un pointement très probablement ophitique, signalé par le savant géologue algérien M. Pomel, lequel y a vu « une masse considérable de » gypse grenu, sans trace de stratification et qui paraît de nature » épigénique (1)... »

Fig. 4.

Coupe du *Khanguet-el-Amor* au Chott Fedjedj (Cherb oriental) d'après M. Pomel.



- a. — Atterrissement limoneux.
- b. — Gypse grenu sablonneux.
- c. — Calcaire à *Inocérames*.
- d. — Gypse grenu marneux.
- e. — Marne grise.
- f. — Petits bancs de calcaire marneux.
- g. — Gypse en masse.
- h. — Profil de colline à couches bariolées.

N'ayant pas visité ce point, je ne puis donner plus de renseignements à son sujet. Mais j'ai pu constater tout près de là, à la base sud-est du djebel Roumana, quelques indices d'un métamorphisme puissant, lesquels pourraient bien se rattacher à la formation du gypse épigénique du *Khanguet-el-Amor*.

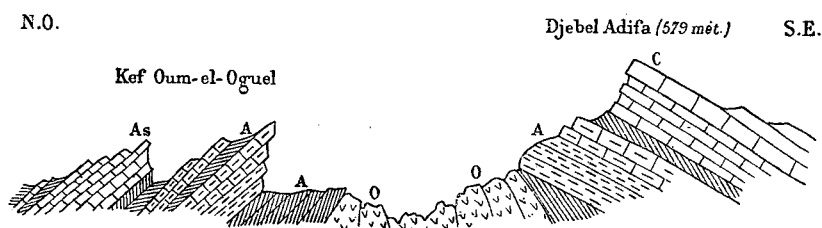
E. — *Djebel Adifa*. — Un peu plus à l'ouest se dresse, sur le versant nord de la chaîne du Cherb, le pic cénomaniens de l'Adifa (579 mètr.), au pied duquel s'allonge la crête albiens du djebel Oum-el-Oguel. Une faille transversale, dirigée N.O.-S.E., coupe

(1) *Géol. de la côte orient. de la Tunisie*, 1884, p. 64.

obliquement la chaîne du Cherb en longeant le pied oriental de ces montagnes, et ouvre un passage entre le Bled Segui et la dépression du chott Fedjedj. C'est à l'entrée nord de ce défilé, au milieu des marnes albiennes de la base N.E. de l'Adifa, qu'apparaît un pointement gypso-salin signalé depuis longtemps par Pellissier (1); comme un gisement de sel gemme important. En effet, au milieu des marnes argileuses albiennes bouleversées, apparaissent des gypses bariolés emballant de gros blocs de sel gemme impur, auxquels les indigènes qui fréquentent ces parages désertiques, puisent en passant leur provision de sel; mais celui-ci n'est l'objet d'aucune exploitation régulière. M. L. Dru, géologue attaché à la mission Roudaire, en a parlé (2), mais sans doute d'après des renseignements erronés, car il place le gîte salifère de l'Adifa dans le terrain tertiaire moyen ou supérieur, alors qu'il est bien évidemment englobé dans les marnes ferrugineuses albiennes. Plus tard, M. Pomel (3) en fait également mention, mais sans se prononcer sur les conditions exactes de son gisement, qu'il considère néanmoins comme crétacé, de même que celui du Khanguet-el-Amor.

Fig. 5.

Coupe du djebel Adifa (chaîne du Cherb).



O. — Marnes bariolées argilo-sableuses, gypsifères et salifères.

A. — Calcaires gréseux jaune-brun métamorphiques et marnes schisteuses vertes, rouges et brunes, sans fossiles. Etage albien ?

As. — Calcaires marneux et marnes brunes à *Protocardia hillana* Sower. *Crasatella Baudeti* Coq., *Arcomya fallax* Coq. sp. *Ostrea praelonga* Sharpe, *O. falco* Coq., *Heteroster (Enallaster) Tissoti* Coq., Etage albien supérieur.

C. — Calcaires cénomaniens (?) du sommet de l'Adifa.

J'ai visité moi-même ce gisement et il m'a paru que son origine épigénique ne fait point de doute.

(1) *Explor. de la Tunisie*, Miss. 1840-42, t. XVI, p. 354.

(2) *Géol. et paléont. des chotts tunisiens*, Miss. 1881, p. 37-38.

(3) *Loc. cit.* p. 65.

III

Je pourrais encore citer, dans les Hauts-Plateaux de la Tunisie, plusieurs autres points où j'ai cru apercevoir, dans mes courses rapides, des gypses épigéniques. Mais je bornerai aux quelques observations ci-dessus ce que j'ai à en dire, mon but étant surtout d'attirer sur ces phénomènes importants, l'attention des géologues qui me suivront dans ces contrées; je souhaite qu'ils puissent mieux que moi les étudier à loisir et fructueusement.

Qu'il me soit permis, cependant, d'insister sur la similitude complète qui me semble exister entre les manifestations ophitiques des hauts-plateaux algériens et tunisiens et celles du sud de l'Espagne. Ici comme là, en effet, il existe bien une vaste région que l'on peut, avec M. Calderon, qualifier d'*épigénique*, laquelle se trouve en relation directe avec les grands plis de refoulement des chaînes principales de l'Atlas et leur réseau plus ou moins complexe de failles et de fractures. Des boues gypsifères et salifères non stratifiées et bariolées caractérisent seules, minéralogiquement, les pointements ophitiques de la Tunisie, comme la plupart de ceux de l'Algérie et de l'Andalousie, dans lesquels les *ophites* proprement dites manquent si souvent, tout au moins à la surface et en masses compactes, restant masquées en profondeur par le foisonnement superficiel des gypses. En dehors de ces dernières roches qui, partout, forment leur cortège habituel, les ophites ne se trahissent guère, dans ces régions, que par le métamorphisme profond des roches encaissantes qu'elles ont plus ou moins imprégnées de matières minérales, jusqu'à les transformer en véritables gîtes filoniens plombifères (Kef Zebbès) et calaminaires (Trozza). Outre cette action thermo-minérale, la venue au jour des Ophites ou de leur cortège gypso-salin semble, dans quelques cas, avoir donné lieu à des phénomènes dynamiques assez importants, ainsi qu'en témoigne le redressement considérable, au voisinage immédiat de leurs pointements, des roches anciennes et récentes qu'elles ont traversées (Rang-el-Melah, djebel Aoufia). Mais, dans le plus grand nombre des cas, elles ont simplement profité d'une faille préexistante pour venir au jour et rien n'indique qu'elles ont joui d'une puissance dynamique propre. En Tunisie, ces roches apparaissent dans tous les terrains, à partir du Crétacé inférieur jusqu'au Tertiaire moyen qu'elles ont violemment redressé au djebel Aoufia. En Algérie, le Pliocène lui-même a été traversé par elles, comme

au Rang-el-Melah (Ville) et à Aïn Nouissy (Curie et Flamand) (1). D'une manière générale, leur apparition semble contemporaine des grands phénomènes orogéniques qui ont donné à l'Atlas son relief actuel.

Mais c'est pendant l'époque pliocène que, dans le nord de l'Afrique, le phénomène ophitique ou tout au moins sa phase essentiellement hydro-thermale, geysérienne et solfatarienne, semble avoir eu son maximum d'activité. On remarque, en effet, que les atterrissements de cette époque possèdent, non seulement au voisinage immédiat des pointements ophitiques, mais, en général, dans toute la région dite *épigénique*, des caractères physiques et une composition minéralogique tous particuliers, qu'il semble, comme on va le voir, rationnel de rattacher au phénomène ophitique lui-même.

Ce qui caractérise, en effet, la plupart des sédiments pliocènes que j'ai pu observer, tant en Algérie qu'en Tunisie, au voisinage des pointements ophitiques, c'est, outre leur rubéfaction générale attestant leur richesse en oxydes ferreux, leur richesse en gypse et surtout en silice. Celle-ci s'affirme, sur beaucoup de points, non seulement par la prédominance, dans ces sédiments, des éléments cristallins qui lui sont propres, mais encore par la propriété de *silicification* qu'ils possèdent au plus haut degré, à l'égard des substances organiques avec lesquelles ils sont ou ont été en contact, propriété qu'ils doivent à leur richesse exceptionnelle en silice hydratée libre. Je reviendrai sur ce fait dans un travail en préparation sur les *forêts silicifiées* du nord de l'Afrique. Pour le moment, je me borne à constater que la silice et le fer, aussi bien que le gypse, sont toujours répandus dans ces sédiments en telle abondance, qu'on ne peut l'expliquer que par le voisinage de sources minéralisatrices d'une grande activité. Ces sources, nous les trouvons précisément dans les nombreux pointements ophitiques de ces régions, dont les matières minérales caractéristiques, cristallisées ou non, sont le gypse et le chlorure de sodium, la silice et le fer. En effet, le gypse s'y montre toujours accosté de chlorure de sodium, attestant ainsi une origine à la fois solfatarienne et hydro-thermale ; la silice s'y montre à la fois sous sa forme cristalline et sous sa forme gélatineuse ou libre, ou bien encore combinée avec l'alumine ou avec la chaux et constituant soit des roches terreuses vertes, soit de fines lamelles de mica, dans lesquelles abonde la lithine ; aux oxydes et aux hydroxydes de fer sont dues les teintes vives et bariolées des

(1) *Loc. cit.* p. 59.

boues gypsifères ; à des sulfures, les beaux cristaux de pyrite qui abondent souvent dans celles-ci, etc. Nous avons vu que, outre ces minéraux, on rencontre encore, dans certains pointements ophitiques, du plomb argentifère à l'état de sulfure, de carbonate et même d'oxyde (Kef Zebbès). Or, si nous prenons comme exemple cette dernière localité, voici ce que nous observons dans les sédiments pliocènes de son voisinage.

A quelques kilomètres au sud du Kef Zebbès s'ouvre, sur la grande faille à ophites qui trace la vallée supérieure de l'oued-el-Féka, la haute vallée pliocène qui s'étend de Kasserine à la frontière algérienne, entre les chaînes de Fériana et du Chambi. L'atterrissement pliocène atteint une puissance appréciable de plus de 100 mètres dans cette vallée, ainsi qu'en témoignent les *gours* en Nam (990 mètres) et Oum Ali (1085 mètres), qui jalonnent encore cette formation vers son milieu et vers son extrémité occidentale. Elle est constituée par des alternances horizontales nombreuses et peu épaisses de marnes grises, vertes ou rouges, argileuses ou sableuses et souvent micacées, de sables quartzeux jaunes pulvérulents et fins, ou conglomérés par un ciment ferrugineux abondant en un grès plus ou moins dur. Vers la partie supérieure de cet atterrissement, dans lequel on trouve de rares débris de mollusques marins évidemment remaniés et quelques moules indéterminables d'*Helix*, existe un niveau marno-sableux riche en débris de végétaux silicifiés, consistant principalement en fragments de branches ou de troncs de dicotylédones et de monocotylédones (1). Un échantillon du grès noir rougeâtre de cette formation, nommé par les indigènes *hadjar soud* (pierre noire), examiné en coupes minces et à la lumière polarisée par M. le docteur Bleicher, a donné les résultats suivants :

« N° 52. — Grès siliceux ferrugineux, dont la coupe présente au microscope polarisant les mêmes caractères que les N°s 60 et 62 (voir plus haut, à la page 379) des boues gypsifères du Kef Zebbès. Ici cependant, les grains quartzeux sont plus gros, plus arrondis et aussi plus fortement corrodés sur leurs bords. Quelques uns d'entre eux sont fracturés en petits morceaux, entre lesquels s'est insinuée la pâte silico-ferrugineuse brune qui sert de ciment, mais qui, dans cet échantillon, est très développée. D'autres grains de quartz ont les bandes parallèles noires, croisées ou non, que nous avons signalées dans les grès fins siliceux du Kef Zebbès. En résumé, le quartz des grains paraît avoir été, ici, plus vivement

(1) V. Bleicher, Fliche et Thomas, *Sur la formation pliocène à bois silicifiés de la Tunisie*, C. R. Acad. des Sc., octobre 1888.

attaqué que dans ces derniers. On y constate aussi quelques lames de mica (1). » J'ajouterai qu'aucun indice de classement mécanique n'existe dans ce grès, dont les éléments quartzeux, de volumes fort divers, sont mélangés sans ordre.

Le grès qui vient d'être décrit provient de la petite vallée pliocène de l'Oued Mamoura, affluent de l'Oued Bou-Haya au nord de Fériana, dans laquelle j'ai découvert un intéressant gisement de bois silicifiés. De ce même point et d'un niveau un peu inférieur à celui qui renferme le *hadjar-soud* sus-décrit, j'ai rapporté, d'une couche régulièrement stratifiée, un échantillon de marne ou plutôt de pseudo-marne micacée verdâtre, à pâte extrêmement fine, homogène et se délitant dans l'eau en feuillets d'une minceur extrême. Soumise à l'analyse chimique par M. le professeur Schlagdenhauffen, de Nancy, cette roche a donné la composition ci-après :

« 1° Partie insoluble dans l'acide chlorhydrique, considérée comme silice hydratée et silicates..... 81,57

» 2° Partie soluble dans l'acide chlorhydrique, contenant :

Oxyde de fer.	9,6
Alumine	2,6
Chaux	4,28
Magnésie.....	0,58
Potasse, soude, lithine et traces de plomb...	1,37
	100,00

» Le précipité formé par la silice hydratée est très abondant. L'analyse spectrale accuse très nettement la présence de la lithine (2). »

Si l'on rapproche de ces analyses ce que j'ai dit plus haut de la composition de certaines roches ophitiques recueillies au milieu des boues gypsifères du Kef Zebbès, ainsi que des analyses de certaines roches similaires de l'Algérie (3), on verra qu'il existe entre ces dernières et les roches sédimentaires pliocènes de l'Oued Mamoura, de telles similitudes minéralogiques et chimiques qu'il semble impossible de ne pas admettre qu'elles procèdent d'une source commune.

Ce fait n'est du reste pas isolé et nous allons voir qu'il se reproduit exactement au voisinage du Rang-el-Melah de Djelfa. L'atterrissement pliocène qui entoure cet important pointement ophitique, se retrouve bien développé à 12 ou 15 kilomètres de là, dans la direction du sud-ouest, au pied même et sur les premières pentes

(1) Communication personnelle.

(2) Communication personnelle.

(3) L. Ville. *Expt. géol. des steppes de la prov. d'Alger*. Tableau D. p. 258.

du djebel Senalba, notamment sur les deux rives de l'oued Djelfa, qui prend à partir de là le nom d'oued el Malah (1). A l'Aïn Ouarrou, au-dessous du moulin Mein, cette formation légèrement inclinée vers l'O.S.O. est constituée par des couches régulières et peu épaisses (0^m10 à 0^m20) de marnes jaunes ou rougeâtres, alternant avec des grès quartzeux rouges ou violacés, tendres, à grains fins, souvent d'un blanc grisâtre à l'intérieur des couches, reposant sur les couches crétacées de la base du Sénalba. Au-dessus vient une corniche travertineuse, passant à sa base à un véritable poudingue formé de débris des roches crétacées et des grès sous-jacents. Un échantillon de marne sableuse recueilli dans cette formation pliocène d'Aïn Ouarrou par M. G. le Mesle, a donné à l'analyse de M. le docteur Bleicher les résultats ci-après :

« Cet échantillon ressemble trait pour trait à ceux que nous avons du Rocher de sel, et démontre la grande étendue en surface du phénomène des émissions gypso-salées. Il est constitué par l'association des mêmes éléments minéraux : marne lie de vin à peine calcaire ; grains quartzeux fins agglutinés, avec quelques cristaux très petits de quartz bipyramidés ; fer oligiste spéculaire en lames ou paillettes, avec facettes cristallines sur leurs bords. Ce dernier se laisse attaquer par l'acide chlorhydrique, mais sans se dissoudre complètement, au moins après une action peu prolongée ; le résidu de l'attaque est légèrement attirable au barreau aimanté... » (2).

Le Sahara lui-même, lorsque ses atterrissements pliocènes et quaternaires seront étudiés à ce point de vue, fournira probablement des preuves semblables de l'extension de l'action minéralisatrice des émissions ophitiques. Nous savons déjà que l'on rencontre fréquemment sur certains points de sa surface, notamment au pied nord du massif Touareg, de nombreux débris de basaltes ponceux et de trachylites labradoriques. Beaucoup plus près de nous, M. G. Rolland, à qui j'emprunte ces renseignements, a lui-même recueilli aux environs d'El-Goléah, dans le Sahara algérien, des roches vertes « très analogues aux Ophites des Pyrénées... » (3).

Mais un fait plus récemment observé par M. Pomel, le savant Directeur de l'École supérieure des sciences d'Alger, vient corroborer sur une bien plus vaste échelle les observations ci-dessus et dans des conditions non moins significatives. Il s'agit d'une

(1) V. Ville. *Explor. Géol. du Beni Mzab, des steppes et du Sahara*, p. 196 et suiv.

(2) Communication personnelle.

(3) Rapport Géol. de la miss. du chem. de fer trans-saharien (1890), t. I, p. 358.

région fortement épigénique, située sur la limite nord des hauts plateaux du département de Constantine, non loin de Souk-Ahras, région jadis décrite avec soin par Coquand (1) et qui, de l'est à l'ouest, s'étend de la haute vallée de la Medjerdah à la plaine de Temlouka. On trouve, dans cette région, entr'autres manifestations ophitiques remarquables, le curieux ballon gypso-salin des Zouabis et, au voisinage, les gîtes plombifères, cuprifères et calaminaires des djebels Chégaga et Dekma, ainsi que les puissants dykes de *Spilite* décrits par Coquand. Je cède maintenant la parole à M. Pomel qui a observé dans cette même région, au-dessus des roches crétacées et tertiaires des environs de Souk-Ahras, sur une superficie de près de 200 kilomètres carrés et à des altitudes oscillant entre 420 et 1070 mètres, une puissante formation pliocène que l'on peut suivre encore plus à l'ouest, jusque dans les plaines de Tifech et de Khamissa où, « après une faible interruption, elle » couvre des surfaces encore plus étendues... » formation qu'il décrit comme suit :

« ... Des terres argileuses, plus ou moins bigarrées des vives couleurs de la série ferrugineuse et criblées de points scintillants, renferment des blocs parfois très volumineux de roches cariées comme des cargneules ou concrétionnées comme des travertins... lesquels y sont emballés sans ordre, constituant des conglomérats incohérents, sans aucun indice de classement mécanique... Ces roches sont des dolomies dont la surface est bien moins magnésienne que le centre; cette dolomie intérieure est souvent alors pulvérulente et laisse, sur les cassures, des cavités, de telle sorte qu'il n'en reste parfois qu'une masse alvéolaire à cellules irrégulières, dont les cloisons sont formées d'argile ferrugineuse ou plus souvent de calcaire cristallisé ou non... Le résidu de ces roches attaquées par l'acide chlorhydrique, consiste en un trouble argileux et un sable très fin quartzeux, dont la plupart des grains sont des cristaux bipyramidés fuligineux, rarement hyalins, à faces finement striées en travers et inégales, parfois fortement corrodées et dépolies; ces cristaux sont libres et isolés dans le magma, très rarement groupés en fausses mâcles ou en petites druses, pouvant atteindre 0 m. 02 à 0 m. 03 de long, 0 m. 01 à 0 m. 02 de large; certains exemplaires sont tellement raccourcis qu'ils sont presque des dodécaèdres... On observe aussi des cristaux de pyrite de fer transformés en limonite, inégalement disséminés comme les quartz, mais moins nombreux... Les roches

(1) Descript. géol. prov. Constant. *M. S. G. F.*, 2^e sér. t. V, 4^{re} part., p. 113 et 130.

emballées dans les terres argileuses proviennent de l'étage urgonien sous-jacent; elles offrent, au contact du magma congloméré, toutes les transitions du calcaire presque intact à la cargneule la plus vacuolaire. Ailleurs, ces calcaires urgoniens ont été transformés en gypse, et leurs couches redressées donnent l'apparence de gypse sédimentaire grenu... contenant aussi des cristaux bipyramidés de quartz et des pyrites.... Il n'existe dans la région aucune des roches éruptives qui, ailleurs, forment le plus souvent cortège au sulfate de chaux.... Il ne peut y avoir de doute sur le processus de ces phénomènes : des eaux boueuses très chaudes ont amené de l'intérieur les principes minéralisants qui ont agi sur les surfaces traversées, avec une intensité variant selon la durée de leur contact ou la nature des émanations qui les accompagnaient. Les boues émises ont dû être à un moment assez denses pour déplacer et emballer des blocs volumineux, et assez imprégnées de principes minéraux pour les métamorphiser. Les émissaires de ces boues sont restés masqués dans les parties profondes.... Il est probable que de violents tremblements de terre ont été concomitants de ces émissions, et il serait difficile d'expliquer autrement la fragmentation sur place des roches, dont le redressement primitif paraît dater d'une époque antérieure. Le développement en puissance et en étendue de cette formation, implique une énergie et une durée interdisant de la considérer comme le résultat de phénomènes locaux.... Ces phénomènes sont postérieurs à l'époque du dépôt des couches helvétiques à *Ostrea crassissima* et antérieurs aux plus anciens atterrissements quaternaires (1). »

Telle est cette remarquable formation épigénique qui, des environs immédiats de Souk-Ahras, semble rayonner vers l'ouest jusqu'à ces îlots de conglomérats pliocènes du massif du Nador, dans lesquels l'ingénieur Tissot a signalé des imprégnations cuivreuses et des gîtes de calamine avec nadorite et mimétèse (2). Vers le sud, elle entoure la curieuse montagne suessonienne du Dekma, flanquée d'épais placages zonés et concrétionnés de phosphate de chaux et de calamine, que j'ai comparés à ces tufs zonés et concrétionnés que déposent les eaux geysériennes (3); de là, on peut la suivre jusqu'aux gîtes plombifères et cuprifères du djebel Chégaga et même jusqu'au ballon gypso-salin des Zouabis, dans la plaine de Temlouka. Vers l'est, enfin, elle pénètre par la haute

(1) Pomel. Sur un gisem. de quartz bipyramidé avec cargneule et gypse *C.-R. Acad. des Sc.*, t. CVII, 2^me série, 2 juillet (1888).

(2) Texte explic., carte géol., prov. de Constantine, 1884, p. 90.

(3) *C.-R. Acad. des Sc.*, 38 janvier 1888.

vallée de la Medjerdah jusqu'en Tunisie, où M. Pomel en a retrouvé des témoins à Nebeur, entre Souk-el-Arba et le Kef; ce savant y a constaté, dans cette direction, outre les gypses épigéniques et leurs cristaux de quartz caractéristiques, « des concrétions formées de » galène et de plomb carbonaté (1). »

Si l'on veut maintenant acquérir la preuve certaine que cette formation pliocène épigénique de la région de Souk-Ahras est bien en relation directe, comme celle des environs de Fériana, avec des roches éruptives proprement dites, on n'a qu'à lire ce que Coquand a écrit sur cette région, dans sa *Description géologique de la province de Constantine* (2). Il y signale, dans les plaines de Khamissa et de Tifech notamment, ainsi qu'au sud de Souk-Ahras et dans la haute vallée de la Medjerdah, de puissants affleurements d'une roche éruptive dont j'ai déjà parlé, roche qu'il assimile aux *Spilites* du Drac, de la Toscane et de l'Estérel, mais dont il donne une description trop sommaire pour ne pas laisser quelques doutes sur cette assimilation. Il se borne à dire que cette roche, qui affleure en puissants dykes verticaux de 30 à 40 mètres de hauteur sur 12 à 15 d'épaisseur, est « verdâtre, dépourvue de stratification, » à grains fins, serrés et miroitants, à odeur argileuse prononcée, » criblée de petites cavités remplies de carbonate de chaux laminaire... » Il se pourrait, en effet, que cette roche éruptive ne soit qu'un type un peu divergent et tufacé des Ophites que l'on rencontre habituellement en Algérie. Quoi qu'il en soit, Coquand a constaté qu'elle a traversé tous les terrains sous-jacents, y compris « les argiles miocènes à *Ostrea crassissima* », en quoi elle diffère des véritables spilites, qui sont généralement considérées comme d'âge plus ancien (3). Partout où ces dernières sont connues, elles sont généralement en connexion avec des terrains riches en métaux et c'est précisément dans les mêmes conditions que se présentent les roches éruptives du sud de Souk-Ahras. On les voit, au djebel Chégaga, au voisinage immédiat de grès considérés comme miocènes, mais supérieurs d'après Coquand aux argiles à *Ostrea crassissima*, lesquels grès sont remplis de nombreuses veines de fer hydroxydé, de plomb sulfuré et carbonaté, de cuivre pyriteux et carbonaté, d'antimoine, d'arsenic, de soufre, de baryte sulfatée, d'aragonite et même d'asphalte (Chabet-el-Khatema). Ces veines sont perpendiculaires à la direction des bancs de grès, ce qui a inspiré

(1) *Descrip. strat. gén. de l'Algérie*, 1889, p. 184 et 185.

(2) *Mém. S. G. F.*, 2^{me} série, t. V, 1^{re} partie, p. 130 à 132.

(3) De Lapparent, *Géologie*, 2^e édit. p. 1316.

à Coquand les réflexions suivantes, au sujet de l'origine de leurs imprégnations métallifères : « Toute idée de pénétration des » métaux dans les grès par une injection verticale ou latérale, les » marnes qui les séparent en étant dépourvues, devant être écartée, » il ne reste pour expliquer la formation de ces gîtes, que l'inter- » prétation suivante : à l'époque où les grès et les argiles miocènes » étaient stratifiés au fond de la mer tertiaire, des sources miné- » rales, liées à l'action de causes plutoniques, auraient amené à » l'état de dissolution les divers matériaux qui ont constitué en » cristallisant le système filonien des montagnes du Chégaga, et » cette action plutonique, n'est-il pas rationnel de la découvrir » dans l'apparition des dykes de spilite que nous avons observés » dans le voisinage des grès métallifères eux-mêmes ? » (1).

Nul doute pour moi que, ici comme dans les environs de Fériana en Tunisie et de Djelfa en Algérie, la minéralisation non seulement des roches anciennes, mais aussi de la curieuse formation pliocène qui vient d'être décrite, ne soit due au voisinage des roches éruptives que Coquand a signalées, ainsi qu'aux émanations solfatariennes et aux émissions hydro-thermales qui les ont accompagnées et suivies, et dont le ballon gypso-salin des Zouabis est un témoin indiscutable. Si, revenant dans le sud de la Tunisie, nous jetons un coup d'œil sur la coupe du Khanguet-el-Amor, que j'ai reproduite à la page 464 d'après M. Pomel (2), nous verrons qu'ici encore quelque chose d'analogue a dû se passer. En effet, dans l'intérieur de la fracture qui a ouvert le Khanguet-el-Amor en travers de l'extrémité terminale de la chaîne du Cherb, on voit pointer une masse non stratifiée de gypses épigéniques *g* (voir la figure 4), tandis qu'à l'ouverture sud du défilé, c'est-à-dire dans le sens de la pente générale des terrains de cette région vers le Chott-el-Fedjedj, on voit se développer dans cette direction, au-dessus des calcaires à Inocérames de l'étage sénonien *c*, un puissant atterrissement gypso-salin *b*, qui disparaît bientôt sous les alluvions limoneuses du Chott. Cet atterrissement, formé de gypse grenu mélangé d'un sable quartzifère ferrugineux, fait partie de la formation à laquelle M. Pomel donne le nom d'atterrissement quaternaire ancien. J'inclinerais volontiers à la croire pliocène, car elle ne m'a paru différer en rien de la formation pliocène à bois silicifiés de l'ouest et du nord des hauts-plateaux; j'y ai même observé un peu plus au sud, vers le coudiat Hamcimet, quelques fragments de bois silicifiés sem-

(1) *Loc. cit.* p. 130.

(2) Géol. de la côte orientale de la Tunisie, Alger 1884, p. 64.

blables à ceux que l'on trouve dans la formation pliocène de Fériana. Quoi qu'il en soit de l'âge exact de cet atterrissement, sa composition minéralogique aussi bien que sa position par rapport au pointement épigénique *g*, semblent bien indiquer que ce dernier a été l'une des sources qui lui ont fourni ses principaux éléments constitutifs.

Comme on le voit par cette étude comparative, les observations de Ville, de Coquand, de MM. Pomel, Curie et Flamand, en Algérie, aussi bien que celles que j'ai pu faire en Tunisie, se complètent et s'éclairent les unes par les autres. Il semble bien qu'il y ait eu, dans ces régions du nord africain, depuis l'époque miocène jusqu'à l'époque quaternaire, une période de puissante activité interne, concomitante des dernières grandes dislocations de l'Atlas et caractérisée par l'apparition de roches dites *ophitiques*. La première apparition des Ophites proprement dites, a pu sans doute être plus ancienne et précéder cette période finale, essentiellement *geysérienne* et *solfatarienne*, mais celle-ci n'en a pas moins tous les caractères d'une dernière phase éruptive paroxysmale, intimement liée aux mouvements orogéniques de l'Atlas. Ce qui la caractérise c'est, outre sa généralité, sa relation évidente avec les principales lignes de dislocation de l'écorce terrestre ; c'est aussi la profusion et la lointaine dissémination de ses éléments minéralisateurs, *silice*, *gypse* et *sel*, dont elle a saturé les atterrissements pliocènes, préparant ainsi, dans les Hauts-Plateaux et sur toute la lisière nord du Sahara, l'établissement de l'ère désertique quaternaire et actuelle.

TEMPÉRATURES DU SOUS-SOL (1),

par M. TARDY.

Cette année, 1890-91, l'hiver a donné, dans la région de Bourg-en-Bresse, un froid très vif dès le 26 novembre 1890. Ce froid a persisté jusqu'en février 1891. A cette époque, il gelait encore toutes les nuits, et le dégel par la surface n'a commencé que le 2 mars 1891, pour être terminé, dans mon jardin, à Bourg, le 9 mars. Pendant cette période de gelées, il y a eu ($- 16^{\circ}$) à Noël, 25 décembre 1890 et ($- 27^{\circ}$) le 20 janvier 1891. A partir de ce jour, la température s'est constamment relevée, mais il n'a commencé à dégeler à la surface du sol que le 2 mars d'une façon continue. Le sol a gelé en profondeur jusqu'à $0^{\text{m}}70$ dans la terre compacte (Terre à pisé), etc., et, jusqu'à $1^{\text{m}}20$ dans les sols caillouteux de la Bresse, d'après un assez grand nombre de mesures. On a aussi constaté que le dégel s'était opéré par le fond, sans doute par la chaleur émise par la terre. Ainsi, pour citer un exemple pris dans mon jardin, le 6 mars, il y avait une profondeur de $0^{\text{m}}45$ de sol dégelé à partir de la surface, puis $0^{\text{m}}05$ de sol encore gelé, ensuite le sol précédemment gelé à 1^{m} , était complètement dégelé. En sorte que la chaleur de la terre avait dégelé une épaisseur de $0^{\text{m}}50$ de terre du 20 janvier au 6 mars (2).

Au contraire, en Russie, dans les plaines cultivées et habitées d'une partie de la Sibérie, on trouve dans les puits des alternances successives de sols gelés et de sols dégelés, indiquant pour moyenne de température fixe du sous-sol 0° , tandis que dans les caves de l'Observatoire de Paris cette moyenne fixe est de 10° environ. On peut supposer que cette différence est due à l'augmentation d'épaisseur de la croûte terrestre dans les régions polaires et cette hypothèse expliquerait facilement la fréquence des plis couchés, regardant le nord, qui ont joué un rôle considérable

(1) Communication présentée dans la séance du 6 avril 1891. Manuscrit parvenu le 15 avril au secrétariat.

(2) Pendant que le sol dégelait du 2 au 9 mars, la moyenne des températures minima a été de ($- 3^{\circ}$) et celle des températures maxima de ($+ 11^{\circ}$), soit une moyenne de 7° pour ces huit jours ; le dégel a été favorisé par un vent de S.O. assez fort à partir du 5, et par une pluie de 5 millimètres le 2, avec une température moyenne de 8° , et par une pluie de 6 millimètres le 8, avec une température moyenne de 10° . Enfin il est tombé 50 millimètres d'eau, le 10 mars par une température de 12° ; cette pluie a achevé le dégel du sol. (*Note ajoutée pendant l'impression*).

dans la formation des chaînes de montagne. Si on suppose en effet cette différence de température due à l'épaisseur variable des couches terrestres, on sera tenté de chercher dans cette différence d'épaisseur la cause des montagnes et des plis couchés regardant le nord, qu'on y rencontre maintenant de plus en plus nombreux.

Mais il ne faut pas se hâter de conclure trop vite. En effet, dans les Alpes, on a trouvé, lors de la construction de la ligne de Grenoble à Gap, au col de la Croix Haute, à 1150^m d'altitude, un bloc de glace d'environ 10^m cubes, enfoui sous 9^m d'éboulis de montagne, près des bâtiments du P. L. M., élevés sur le col pour loger des employés. L'âge de ce bloc est difficile à préciser avec certitude; mais il est néanmoins très ancien, car, sur ce point, il ne se produit plus d'éboulis, et les pentes sont trop faibles pour permettre des glissements de terrain.

La topographie de ce col mérite d'être citée. Au sud s'ouvre la plaine élevée de Luz-la-Croix-Haute, village situé à 1000^m d'altitude environ. Au nord du col, ouvert du nord au sud, s'étend une région ondulée, comprise entre les cotes de 850^m et 900^m d'altitude.

Le col est ainsi parfaitement découvert et soumis en tout temps à une ventilation énergique qui rend ce point très froid. La montagne est formée par des calcaires jurassiques marneux.

Ainsi, tandis qu'à notre latitude, les plaines de Paris, de la Bresse, qui ne dépassent pas 300^m d'altitude, offrent un sous-sol dont la température stable est supérieure à 0°, au contraire, à 1,400^m, sur le sommet d'une montagne jurassique, la température constante était égale à zéro.

Ce fait, qui n'est mentionné nulle part, m'a paru utile à signaler et à consigner dans le Bulletin, car de pareilles découvertes sont fort rares. C'est la seule jusqu'ici dont j'ai entendu parler de façon à pouvoir affirmer son existence.

NOTE SUR LES CALCAIRES DES ENVIRONS D'EAUX-BONNES
(BASSES-PYRÉNÉES) (1),

par MM. D.-P. OEHLERT et LIÉTARD.

L'âge de certains calcaires des Pyrénées ayant été récemment l'objet de nouvelles discussions, nous tenons à mettre en lumière et à préciser les résultats auxquels nous sommes arrivés, à la suite de deux voyages faits successivement dans la vallée d'Ossau (2).

Le calcaire magnésien des Eaux-Bonnes, bien connu sous le nom de *dalle*, n'ayant pendant longtemps fourni aucun fossile, c'est surtout en s'appuyant sur des considérations d'ordre stratigraphique, qu'on a pu rechercher sa place chronologique. En général, les auteurs l'ont considéré comme paléozoïque et c'était à cette même conclusion que nous étions arrivés pendant un premier séjour dans les Pyrénées.

Toutefois, ayant eu recours à la haute science de M. Nicholson pour la détermination d'un Polypier semblant provenir de ces calcaires, celui-ci fut rapporté par lui au groupe des Astréens, à un *Favia* sans doute, ou à un genre très voisin. Nous dûmes donc admettre l'hypothèse de l'âge créacé de la dalle.

Depuis cette époque, un nouvel examen du spécimen en question nous ayant fait supposer qu'il y avait pu avoir erreur au point de vue de l'indication de sa provenance, nous avons renvoyé au savant paléontologiste anglais de nouveaux échantillons de Polypiers recueillis dans les deux voyages, et qui venaient tous sûrement de la dalle, en lui rappelant en même temps l'indécision dans laquelle on était toujours au sujet de l'âge du calcaire dolomitique de la vallée d'Ossau.

Peu de temps après, il nous répondait que le fossile examiné par lui devait être attribué au genre *Alveolites* que l'on trouve concurremment dans le Silurien et dans le Dévonien. Le problème était donc, pour ainsi dire, ramené à son point de départ.

(1) Communication faite dans la séance du 16 février. Manuscrit remis le 18 avril 1891.

(2) Une première note sur ce sujet fut publiée après un séjour à Eaux-Bonnes en 1888 (Oehlert, Paléoz. d'Eaux-Bonnes, *B. S. G. F.*, 3^e sér. t. 17, p. 425); les documents provenant du second voyage sont le résultat de courses faites par M. Liétard, pendant l'été de 1890.

La dalle, dont les caractères ont été tracés avec une si grande précision par M. Jacquot (1) forme une bande continue qu'on peut suivre sur plus de 30 kilomètres de long (2) et qui est accompagnée, presque sur tout son parcours, par deux bandes de schistes et de grauwackes dévoniennes fossilifères situées, l'une au nord, l'autre au sud de ce dépôt calcaire. Dans notre première note, nous avons déjà indiqué cette disposition qui a été confirmée lors du second voyage, où il a été reconnu que la bande sud qui constitue le Sanctus, disparaît sous le Crétacé de Penemedaa, d'Amoulat, et de l'Arcizette, puis, réapparaît sur la rive droite du gave d'Ossau, à Socques, accompagnée de griottes, et enfin à Las Grabettes avec *Atrypa reticularis*, *Fenestella*, sp., où M. de Bouillé l'avait déjà signalée (3).

La bande nord correspond sans doute à la couche à *Atrypa reticularis*, indiquée par M. Beaughey dans la vallée d'Estaing (4); elle passe aux cols de Tortes et d'Aubisque, puis au Grüm et à la Montagne verte; enfin, sur la rive gauche du gave d'Ossau, on la retrouve sur les flancs du Saint-Mont.

M. Jacquot, dont les études ont tant contribué à faire connaître la géologie des Pyrénées, a admis que le calcaire magnésien était placé normalement au-dessous de la bande nord, et il l'a considéré comme le terme le plus inférieur du Silurien, c'est-à-dire comme Cambrien. C'est cette opinion que nous trouvons de nouveau énoncée dans un récent travail, où notre savant contradicteur a bien voulu prendre nos objections en considération (5).

Néanmoins, l'âge cambrien de la dalle nous semble toujours peu probable : étant donné le contact constant et la concordance qui existent entre la dalle et les schistes dévoniens, nous ne voyons pas comment entre ces deux dépôts, on pourrait trouver la place des différents étages qui devraient les séparer, d'autant plus que les faciès et la faune de ces étages sont connus dans la région pyrénéenne et n'ont pas été constatés dans la vallée du Valentin; car il ne nous semble guère possible d'admettre que les quartzites surmontant le calcaire magnésien d'Eaux-Bonnes, représentent le grès armoricain, ni que les schistes noirs avec bancs calcareux à Encrines, soient l'équivalent des schistes ampéliteux du Silurien supérieur dont la faune est typique dans les Pyrénées.

(1) Jacquot. *Compt. Rendu. Acad. Sc.* T. CIV, p. 1319.

(2) Beaughey. *B. S. G. Fr.*, 3^e sér., t. XIX, p. 93.

(3) Guide des Eaux-Bonnes et des Eaux-Chaudes, par James, 2^e éd. Pau s. p. 175.

(4) Beaughey, loc. cit., p. 95, fig. 3.

(5) Jacquot, *Const. géol. Pyrén.*, *B. S. G. F.* 3^{me} sér., T. XVIII, p. 640.

Tout dernièrement, M. Beaugey, dans une étude sur le paléozoïque compris entre la vallée d'Ossau et celle de Cauterets, arrive à cette conclusion, que la dalle est dévonienne (1) et qu'elle est normalement comprise entre les couches schisteuses du Sanctus et celles du col d'Aubisque; elle appartiendrait ainsi au Dévonien inférieur, dans lequel elle constituerait une assise moyenne, d'une importance d'ailleurs fort variable, puisque près du Hourat, elle mesure 900 mètres d'épaisseur, tandis qu'elle diminue graduellement en se dirigeant vers l'est, n'étant plus représentée, que par une couche de 100 mètres au lac d'Estaing (2).

L'opinion de M. Beaugey nous paraît discutable par suite de la similitude de faune des deux bandes qui accompagnent au sud et au nord le calcaire magnésien. En effet, à Anglas et au Sanctus d'une part; ainsi qu'à Aubisque et à Aas d'autre part, on trouve concurremment : des *Pleurodyctium*, et de nombreux *Fenestella*, ainsi que *Spirifer Pellicoi*, *Atrypa reticularis* et sa variété à côtes fines *A. explanata*, *Leptaena Murchisoni*, *Chonetes sarcinulata*, *Phacops* aff. *Potieri*, etc. : en un mot, deux faunes semblables, qui nous paraissent caractériser une assise assez élevée du Dévonien inférieur et qui ne peuvent être séparées chronologiquement par un dépôt aussi important que celui du Hourat et de la Latte. Il nous paraîtrait plus probable d'admettre dans cette région l'existence de plis synclinaux et anticlinaux permettant d'expliquer la réapparition des schistes dévoniens à *Pleurodyctium* et la superposition probable du calcaire à cette dernière assise. L'un de ces plis est d'ailleurs très visible, et nous l'avons déjà signalé au Sanctus et au lac d'Anglas; on le voit très nettement indiqué dans la coupe de M. Beaugey.

Dans la vallée d'Ossau, il existe une autre bande calcaire, connue sous le nom de marbre de Louvie-Soubiron et de Geteu, signalée par Coquand comme carbonifère, et à laquelle nous avons également attribué cet âge dans une première note, par suite de la place qu'elle occupe au-dessus du Dévonien d'Aas et de Bagès, ainsi que des ardoises à *Myrianites* et des couches de calcaires entrelacés. De plus, M. Nicholson y ayant reconnu, quoique avec un certain doute, trois espèces carbonifères, il nous avait semblé que l'opinion de

(1) M. Stuart-Menteath, dans une note récente, a rappelé qu'il avait déjà considéré comme dévonien le calcaire de Latxia identique, selon lui, à la dalle de Peña Blanca (Stuart Menteath, *B. S. G. Fr.*, 3^e sér., t. XIV, p. 49. *Compt. rend. somm.* 2 fév., 1891.

(2) Beaugey. Obs. sur la part. occident. de la feuil. de Luz. *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIX, p. 93-99.

Coquand avait tout droit à être maintenue. Depuis, M. Seunes, qui a publié un important travail sur le terrain secondaire de cette région, a indiqué (1) qu' « au-dessus des calcaires carbonifères à » *Amplexus coralloïdes*, exploités à Geteu et à Louvie-Soubiron, on » trouve des calcaires cristallins grisâtres, ou gris verdâtres, » parfois blancs, entremêlés de parties argileuses rougeâtres. » et renfermant « des *Goniatites* un peu renflées et munies de sillons. »

Cette découverte très intéressante pouvant, si la superposition immédiate des couches à *Goniatites* sur le calcaire est reconnue comme régulière, modifier l'âge de l'assise de Geteu, nous avons eu de nouveau recours à M. Nicholson pour réexaminer quelques spécimens provenant de notre premier voyage, ainsi que d'autres échantillons rapportés par l'un de nous lors de son excursion en 1890. Malheureusement, ces documents n'ont pu fournir à notre savant confrère que des déterminations génériques, c'est-à-dire incomplètes. Dans sa lettre du 28 janvier dernier, il nous indiquait seulement la présence des genres *Amplexus* et *Zaphrentis*, qui, se trouvant également dans le Dévonien et le Carbonifère, ne viennent pas jeter un grand jour sur la question, d'autant plus qu'ils sont indéterminables spécifiquement. Dans les premiers Polypiers envoyés tout d'abord, le savant paléontologiste anglais, avait cru reconnaître trois formes carbonifères :

Campophyllum Murchisoni M. Ed. et J. H.

Lonsdaleia subduplicata.

Lithostrotion irregulare Phillips.

M. Seunes se basant sur la présence de *Goniatites* (2) a rattaché au Dévonien supérieur les couches superposées au calcaire de Geteu ; de plus, il a admis que cette dernière assise, étant normalement comprise entre le Dévonien inférieur de Bagès et le Dévonien supérieur à *Goniatites* et ne contenant que des genres insuffisamment concluants (*Amplexus* et *Zaphrentis*), devait correspondre au Dévonien moyen et rendre ainsi complète la série de ce terrain dans la vallée d'Ossau. Il a rappelé, à ce propos, que dans la vallée d'Aspe le Dévonien supérieur est représenté par du calcaire amygdalin exploité comme marbre griotte. Nous pouvons ajouter que ce même faciès amygdalin se retrouve également dans la vallée de Ferrières,

(1) Seunes, 1890. Rech. géol. sur les terr. second. Pyrén. *Ann. des Mines*, 8^{me} sér., t. XVIII, p. 95.

(2) Seunes. *Compt. rend. Acad. Sc.*, 9 février 1891.

— *Soc. G. Fr. Compt. rend. somm.*, 16 février 1891.

et que dans cette dernière, le calcaire saccharoïde de Geteu n'existe plus.

En l'absence de déterminations spécifiques certaines, il est donc impossible de dire actuellement, si les calcaires de Geteu appartiennent au Carbonifère où s'ils ne représentent au contraire qu'un faciès local du Dévonien supérieur.

Quoi qu'il en soit, l'étendue des deux bandes dévoniennes dont nous avons montré l'importance, les découvertes de MM. Stuart — Menteth, Frossard et Gourdon, de couches du même âge sur d'autres points, ainsi que la présence de fossiles dévoniens signalés près de Penticosa par M. Mallada, constituent un ensemble de faits prouvant que ce terrain entre pour une part considérable dans la constitution de cette partie de la chaîne des Pyrénées.

SUR L'AGE DES COUCHES QUI ENTOURENT LA SOURCE
DE LA SALS (AUDE) (1),

par **M. L. CAREZ.**

Une note de M. Jacquot parue dans le dernier numéro du *Bulletin*, appelle de nouveau l'attention sur les couches rouges entourant la source de la Sals, dont le même auteur avait déjà parlé dans un mémoire d'ensemble sur le Trias des Pyrénées (2).

Dans cette communication, M. Jacquot déclarait que les couches en question devaient être rapportées au Keuper, à cause de leur faciès pétrographique; il y avait reconnu, en effet, les roches qui caractérisent généralement le Trias supérieur, c'est-à-dire les marnes versicolores, de petites couches de dolomie et des cristaux de quartz bipyramidés très abondants.

L'absence de tout argument paléontologique ou stratigraphique m'avait frappé; aussi, constatant un enchevêtrement extraordinaire des argiles rouges et des assises incontestablement crétacées dans la vallée du Bézu, j'avais cru pouvoir réunir au Crétacé inférieur les couches en question. J'ai exposé devant la Société (3) cette opinion que la nouvelle note de M. Jacquot (4) a pour objet de réfuter.

La suite de mes études dans la région des Corbières m'a conduit à modifier ma manière de voir; j'ai reconnu que les argiles rouges de la Sals, de Saint-Ferriol et du Bézu ne devaient pas être rattachées au Crétacé inférieur, et qu'elles appartenaient bien au Trias. J'ai constaté en effet qu'elles prennent vers l'est un très grand développement et qu'à partir de la route de Soulatge à Massac, des assises incontestablement jurassiques viennent s'intercaler entre les argiles rouges et le Crétacé; il y a là un argument stratigraphique irréfutable.

Je suis donc maintenant d'accord avec M. Jacquot sur l'âge à attribuer aux couches de la Sals; aussi je ne m'attarderai pas à discuter quelques points de détail qui n'ont plus qu'une très minime importance.

(1) Communication faite dans la séance du 20 avril 1894. Manuscrit déposé le même jour.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVI, p. 830.

(3) *Bull.*, 3^e série, t. XVII, p. 372.

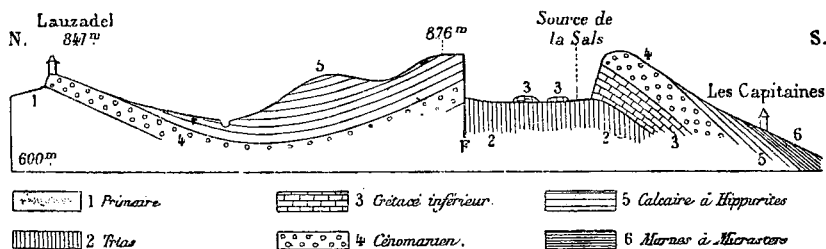
(4) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIX, p. 112.

Je ferai seulement remarquer que c'est à tort que M. Jacquot déclare que la découverte du Trias dans la région des Corbières est due aux recherches exécutées par lui-même et par M. Depéret pour l'établissement de la carte au millionième. Si, en effet, d'Archiac, M. Toucas et quelques autres géologues n'ont pas admis l'existence du Trias à la source de la Sals, par contre MM. de Lacvivier et Roussel ont formellement indiqué sa présence dans les coupes qu'ils ont données de la région. Enfin M. Viguiier a montré, sur la carte accompagnant sa thèse, la grande extension de ce terrain aux environs de Durban et de Tuchan.

Le Trias avait donc été signalé par divers observateurs aux points mêmes où M. Jacquot déclare qu'il était inconnu avant ses recherches, et cette affirmation est d'autant plus étrange que, dans ma note de 1889, j'avais eu soin, par un historique sommaire, de rappeler précisément les travaux que je viens de citer.

Il me resterait maintenant à montrer comment les coupes que j'ai données en 1889 (t. XVII, pl. VIII) doivent être modifiées pour s'accorder avec la manière de voir que j'adopte aujourd'hui; les assises comprises sous le N° 1 devant être subdivisées et rapportées en partie au Trias. Mais M. Roussel, ayant déposé dernièrement une note où il s'occupe de la vallée du Bézu, j'attendrai la publication de ce travail pour répondre en même temps aux critiques qui y sont contenues, et je me bornerai à indiquer ici les rectifications à faire aux figures qui se rapportent à la vallée de la Sals.

Je commencerai par la figure 3 que je reproduis ci-dessous.



En comparant les deux dessins, on voit que les deux petits lambeaux calcaires (N° 3 ci-dessus), au lieu d'être intercalés dans les argiles rouges, sont en réalité posés sur ces dernières; ce sont des témoins laissés par la puissante érosion qui a creusé la vallée. De plus, les argiles rouges que je croyais à peu près verticales, doivent au contraire pénétrer au sud sous les calcaires crétacés.

Je rappellerai, à cette occasion, que la « boutonnière » de la Sals

n'est pas comprise entre deux failles comme le croit M. Jacquot, mais que, du côté sud, les argiles sont régulièrement recouvertes par les couches crétacées, urgoniennes ou cénomaniennes.

Quant aux figures 1, 2, 4 et 7, il suffit d'en modifier la légende, tout ce qui est porté sous le N° 1 devenant du Trias; en outre, sur la figure 7, le N° 4 (Cénomaniens) s'avance un peu plus vers l'ouest que je ne l'avais indiqué.

NOTE SUR L'ÉOCÈNE TUNISIEN (1),

par M. AUBERT.

Dans le Nord de la régence de Tunis, l'Éocène peut être divisé de la façon suivante, à partir de la base :

1. — Marnes et calcaires bitumineux à silex noirs.

2. — Marnes et grès phosphatés. Calcaires marneux blanchâtres ou brunâtres à polypiers.

3. Calcaires sub-cristallins à petites nummulites et térébratulines; calcaires cristallins à mélobésies et nummulites.

4. — Système de calcaires grossiers, calcaires cristallins avec larges nummulites et *Ostrea Bogharensis*; grès et marnes.

5. — Calcaires jaunes ou blancs à *O. Bogharensis*.

6. — Marnes brunes avec rognons de calcaires jaunes, et grès fins à *O. Bogharensis*.

Tous ces termes devraient se rapporter à l'Éocène inférieur; l'Éocène moyen ne paraît pas exister; quant à l'Éocène supérieur, il pourrait se diviser de la façon suivante :

1. Marnes à fucoïdes; grès glauconieux.

2. — Calcaires et grès contenant une huître voisine de l'*O. Clot-Beyi*.

Au même niveau : Calcaires et grès à mélobésies et petites nummulites.

3. — Grès supérieurs (ou grès numidiens), grès et marnes à *O. cf. Clot-Beyi*.

1. — MARNES ET CALCAIRES A SILEX.

Cet âge débute par des marnes noires légèrement lamelleuses, contenant par places, soit des rognons de calcaires jaunes, soit des silex noirs; l'épaisseur totale de ces marnes ne dépassant pas une soixantaine de mètres.

Par-dessus arrivent des calcaires comprenant quelques bancs de marnes à la base; ils sont noirs grenus, très souvent blanchâtres dans les parties exposées à l'air, par suite de la disparition des matières organiques dont ils sont chargés.

A leur partie supérieure, ils deviennent parfois schisteux.

Ils contiennent en assez grande quantité des silex noirs bitumi

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 20 avril 1891.

neux, se distinguant très facilement des silex jaunes ou grisâtres des étages crétacés.

Ils forment des collines arrondies, blanchâtres, assez bien réglées et généralement totalement dépourvues de végétation.

Les marnes de la base se rencontrent rarement, soit à flanc de coteau soit dans des ravins permettant de les étudier, et sont généralement remaniées à la surface.

L'ensemble, marnes et calcaires, se rencontre en Kroumirie occidentale reposant sur le Crétacé supérieur, et recouvert généralement par les marnes à fucoïdes de l'étage supérieur.

Les calcaires supérieurs forment toute une série de pointements permettant de suivre la formation.

On les retrouve formant les manelons donnant les sources d'eau chaude qui alimentent les Hammam Lefzoua et Schiba ; ils arrivent à Aïn Cherchara, se retrouvent à l'est du djebel Adissa, puis plus au nord-ouest, se développent en Algérie et sur la frontière algérienne. On les trouve au point de rencontre du chemin de Aïn Draham à la Calle et de Aïn Draham à Tabarca, alors excessivement lamelleux, et également à la base du djebel Chéida.

A l'est de Aïn Cherchara, on retrouve des calcaires caverneux dolomitiques contenant par places des cristaux de quartz bipyramidés ; nous estimons que ce sont les mêmes calcaires que précédemment qui ont été métamorphisés lors de l'éruption des gypses de la Tunisie, gypses que l'on trouve notamment entre Beja et Oued Zerga, entre Gardimahou et Souk Ahrrast.

Ces calcaires métamorphiques se retrouvent un peu plus au sud, entre le djebel Herrech et le djebel Beunt Ahmed, surmontés alors par les marnes à fucoïdes.

Les calcaires non métamorphiques se retrouvent à un kilomètre au nord de Feriana, surmontés également par les marnes à fucoïdes ; ils forment également le versant nord du djebel Rbia.

Peut-être faut-il leur attribuer une partie des calcaires métamorphiques du djebel Herrech.

Plus à l'est, ils acquièrent un développement dans les oueds Chiaias et les oueds Brahim ; ils forment tout le bassin de l'oued Ksob.

Tout à fait au nord de la Kroumirie, ils se retrouvent dans les Nefzas, formant le Koudiat bou Azine, le djebel bou Laya, le Coudiat Dzara et quelques petits pointements sur les bords de l'Oued Zouara.

Dans cette région, ils ont fourni les éléments des brèches à ciment

ferrugineux, qui renferment les importants minerais de fer de la Kroumirie.

Au sud de cette région on les rencontre au djebel bou Guernous, en-dessous des marnes à fucoïdes, comme précédemment.

Au Koudiat bou Azine, ils reposent sur les calcaires à inocérames, tandis qu'ailleurs on ne voit pas les terrains sur lesquels ils reposent.

Ce n'est qu'au nord du bordjel Bjaoua et du Kef Deraoua qu'ils se trouvent recouverts par les marnes et calcaires à polypiers.

Plus au sud il semble que ces calcaires ont disparu ainsi qu'à l'est ; peut-être cependant faudra-t-il y rapporter une partie des calcaires métamorphiques, semblables à ceux que nous avons vu près de Fernana, et qui se trouvent en points isolés dans la région comprise entre le Kranguet el Tout et le lac el Echkeul.

Ces calcaires métamorphiques se rencontrent notamment le long de l'oued Baguerat et près des marabouts de Sidi el Bleima.

Une partie de ces calcaires nous semble devoir être rapportés à l'étage supérieur.

2. — MARNES ET CALCAIRES A POLYPIERS.

Ce terme débute par des marnes lamelleuses, grises ou brunes, et renfermant parfois des grès glauconieux.

Les calcaires qui viennent en-dessus sont généralement tendres, noduleux, blanchâtres à la base, avec marnes intercalées ; plus haut, ils deviennent brun-gris, ne renferment plus de bancs de marnes et deviennent durs.

A la partie supérieure, ils renferment en quantité des polypiers, quelques gastéropodes et quelques turritelles.

Au Kef, ces calcaires se prolongent à la base par quelques calcaires crayeux en plaquettes.

A la base, les calcaires sont souvent chargés de phosphates, dont la richesse et l'épaisseur varient extraordinairement d'un point à l'autre.

Ces phosphates se présentent sous forme de roche brune ou verdâtre très friable ; ils renferment soit des dents de squales, soit des huîtres voisines de l'*O. vesicularis* du Crétacé.

Ces phosphates se retrouvent même dans les marnes ; ils se tiennent de préférence aux environs du contact.

Ils forment des masses irrégulières, ne suivant pas toujours la stratification et passant très souvent d'un banc à l'autre.

La richesse dans le Nord de la Tunisie en est faible : elle varie

entre 2 % et 15 à 16 % de phosphate; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on trouve des teneurs plus élevées, soit à la Kalaa et Senam, soit dans les falaises du djebel Skarna ouled Ayar.

Leur épaisseur, nulle en certains points, atteint 5 à 6 m. au Kef, et 15 m. dans quelques parties du massif du Ghorra.

Dans le Nord de la Régence, on rencontre l'ensemble de marnes et calcaires dans la région qui s'étend de Beja à l'oued Ksob, aux Beni Malek et au Kranguet el Tout.

A l'oued Ksob notamment, on rencontre un système de grès roux argileux, phosphatés par place, grès verts également phosphatés avec gastéropodes et polypiers; grès jaunes à cardites.

On n'en rencontre que des lambeaux dans le reste de la Régence. Cette formation est très développée sur la rive gauche de l'oued Ksob, à l'ouest de la Zaouet Médine.

On rencontre également cette formation entre l'oued Ksob, l'Hamam M'Séiada et Beja.

Eu égard aux nombreuses failles qui découpent l'Éocène dans la région, il nous a été impossible de trouver des relations stratigraphiques nettes de ces grès avec les calcaires éocènes; nous pensons toutefois qu'il faut les ranger en-dessous des calcaires à polypiers.

En dehors de cette région, le point le plus net où se retrouvent ces grès, est le djebel Ensarin.

Dans le Bejaoua, les calcaires dominant et impriment un caractère à la formation; ils forment des collines arrondies et très bien réglées, dénudées la plupart du temps.

Quelquefois ces calcaires sont surmontés par des termes supérieurs soit calcaires à nummulites soit grès éocènes, soit même grès pliocènes d'eau douce.

En dehors des premiers points signalés, on les rencontre dans la région comprise entre Beja et la source de l'oued Baguerat, dans la haute vallée de l'oued Baguerat, sur la rive droite de cette rivière, et formant le sommet des montagnes qui dominent au sud et au sud-est la haute vallée de l'oued bou Zenna.

On les retrouve au sud-est de ces points entre l'oued Tine et l'oued Joumine s'étendant tout près de Mateur et formant notamment le djebel Tehent.

Plus au sud, ils forment une partie des djebels Chaouach et Ensarine.

Généralement dans ces régions, on les rencontre recouvrant soit le Crétacé à *Inoceramus regularis* ou à *Micraster Penei*, soit exception-

nellement les calcaires inférieurs de l'Éocène, ou même, près de l'oued Tine, le Gault.

Ils sont, comme dans le Bejaoua, surmontés souvent soit par des termes supérieurs de l'Éocène, soit par du Pliocène d'eau douce.

Dans le centre de la Tunisie on les rencontre à la base de toutes les falaises éocènes, soit au djebel Ghorra et à Teboursoux, soit au Kef, le Guern Alfaya, la Kala es Senam, le djebel Haoute et le massif au sud de Ebba, le djebel Fhas, le djebel Kbouch, à Aïn Toungua, la Hamada des ouleds Aoun et la Kessera.

Les calcaires forment toute une série de collines bordant les deux rives de l'oued Medjes es Sfa allant jusqu'à Sidi Rahal et forment la partie supérieure du massif ouest de la Reba Siliana, au nord du Bargou.

Les marnes de la base paraissent alors avoir disparu, ou du moins elles se confondent facilement avec les marnes du Crétacé supérieur qui vient en-dessous.

Les calcaires sont alors surmontés par les marnes éocènes à calcaire noduleux faisant encore partie de l'Éocène inférieur et qui forment toute la partie centrale de la vallée de l'oued Medjes Sfa.

On retrouve les calcaires avec les mêmes relations stratigraphiques au sud du djebel Massouge et au nord de la Hamada des ouleds Aoun.

Au sud-est on les rencontre formant la partie centrale du djebel Ousselet, avec marnes très développées à la base; parfois ils viennent en-dessous des calcaires à nummulites; mais très souvent ils sont recouverts directement par des termes supérieurs de l'Éocène.

Dans cette région, ils forment le djebel Fedja, où M. Rolland et moi avons trouvé quelques gastéropodes phosphatés, et où l'on trouve en-dessous des marnes le calcaire à inocérames du djebel Rouissat; le djebel Cheik, le djebel Macra, auprès duquel on retrouve encore le Crétacé supérieur au djebel Annikat; enfin au nord le djebel Sif el Ahmeur.

Ces calcaires et marnes se retrouvent encore dans le djebel Nasseur Allah et le versant ouest du djebel Ledjebel.

Plus au sud, les calcaires disparaissent, et ce n'est plus probablement que les marnes que l'on retrouve du côté de Gafsa.

3. — CALCAIRES SUBCRISTALLINS ET CALCAIRES CRISTALLINS.

Les calcaires qui arrivent par-dessus les calcaires à polypiers sont marbroïdes et à grain serré; ils sont blancs ou rosés et donnent parfois de véritables marbres.

A la partie supérieure, les calcaires sont ordinairement très cristallins et pétris de mélobésies ; en même temps apparaissent des nummulites en assez grande quantité, tandis que dans les calcaires inférieurs ne se trouvent guère que des térébratulines et parfois une nummulite voisine de la *N. planulata*.

Les calcaires supérieurs contiennent les nummulites suivantes : *N. gizehensis Zitteli*, *N. Rollandi*, *N. gizehensis Lyelli*, *N. Gizehensis Caillaudi* ou *Zitteli*.

Ce terme apparaît presque toujours en falaises plus ou moins régulières, les calcaires étant irréguliers comme dureté, notamment les calcaires supérieurs, qui, par places, dans certaines localités, sont tout à fait tendres.

Quelquefois, dans les calcaires inférieurs, les parties tendres se présentent en couches, comme on peut le voir au djebel Tehent, à Toukabeur et au djebel Chérichera.

Dans le Nord de la Tunisie, on rencontre ces calcaires en pointements isolés dans les régions où nous avons vu les calcaires marneux prédominer, entre l'oued Ksob Beja et Mateur ; il arrive souvent que les calcaires supérieurs manquent, notamment à l'est de Beja.

Il en est de même dans le djebel Ensarine et Chaouach, à Aïn Métouaia et à Aïn Terlach, points extrêmes où se rencontre l'Éocène à l'est.

Au djebel Srira, ils forment un pointement isolé reposant sur le Néocomien et surmonté par des calcaires cristallins à larges nummulites.

Il en est de même au djebel Chitana.

Nous devons rattacher à ces calcaires les marbres de Chemtou, qui sont surmontés dans le djebel Herrech par les marnes et grès métamorphiques appartenant évidemment à l'Éocène.

Il en serait de même des marbres de Tebourba, marbres qui n'ont aucune relation stratigraphique avec le Crétacé de la région, mais qui sont surmontés par un système de grès et de marnes également métamorphiques, que l'on ne peut guère rattacher qu'à l'Éocène supérieur. On ne saurait, en effet, les rapprocher des grès du Néocomien, qui ne se présentent pas en bancs réguliers.

Enfin, au sud-est du djebel Echkel, sont des calcaires massifs, métamorphiques que nous rapportons soit au calcaire à polypiers soit au calcaire immédiatement supérieur, tandis que les calcaires-marbres du reste de la montagne doivent, selon nous, être rapportés au Sénonien.

Au sud de la vallée de la Médjerda, les calcaires forment les plateaux de Teboursouk, du Ghorra, du Kef, du djebel Haoute, en

se présentant en points isolés dans l'intervalle, à Aïn Tounga, au djebel Kbouch, au djebel Fhas, au djebel Zafran, au djebel Guern Alfaya. Plus au sud, ils se présentent aussi en points isolés dans le plateau éocène se trouvant au sud de Ebba.

Ils se retrouvent également dans ces conditions dans le Hamada des Ouled Aoun et près de Mateur et de Louk el Djema; enfin, ils forment le plateau de la Kessera.

Ce plateau se prolonge au sud-est par une bande de calcaire qui court le long du djebel Serge au sud.

On rencontre également les calcaires au nord du Serge, mais alors en contact par une faille avec l'Urigo-Aptien, qui forment cette montagne.

Ils se présentent dans les mêmes conditions au nord du djebel Belota, en contact par faille avec l'Urigo-Aptien.

Ces failles ont sensiblement la direction de celles du Zaghouan, dont elles ne paraissent être que le corrolaire.

Plus au sud, on rencontre encore les calcaires cristallins et semi-cristallins dans les Ouled Ayars et dans le djebel Ousselet. En ce dernier point, la partie supérieure manque souvent, et, quand elle existe, elle est presque toujours représentée par des calcaires blancs et tendres.

On retrouve, en dernier lieu, les calcaires de la base au djebel Cherichera, à 2 kilom. environ de la source.

Plus au Sud et au djebel Chaketma, les calcaires ont tout à fait changé de faciès.

4. — CALCAIRES A LARGES NUMMULITES.

Par-dessus le système précédent arrivent des calcaires grossiers irréguliers, jaunâtres, avec grains et cristaux de quartz bipyramidés. Parfois les calcaires sont très cristallins et contiennent alors de larges nummulites se rapportant aux *N. gizehensis Lyelli*, *Caillaudi* ou *Zitelli*.

En même temps se rencontrent des marnes qui prédominent, à la partie supérieure, sur les calcaires. On y rencontre également quelques grès argileux.

Tandis que les termes précédents donnaient rarement de bonnes terres végétales, ce terme est très fertile, les marnes se délitant très facilement.

On rencontre en même temps dans ces calcaires l'*Ostrea bogharensis* et une huître voisine de l'*O. crassissima*, et qui avait laissé croire à la présence du Miocène sur le plateau du Kef; en ce point, nous avons vérifié que le mamelon soit disant miocène contenait, à la

partie supérieure, des calcaires à *O. bogharensis*, et que les huitres se trouvaient tout le tour du mamelon à un certain horizon, qu'elles ne dépassaient pas.

Ce système de marnes calcaires et grès se retrouve, soit au plateau du Kef, soit au-dessus du plateau de la Kessera, où M. Rolland et moi avons constaté l'existence de grandes huitres, soit dans les Ouled Ayar, soit au djebel Ghorra; en dehors de ces points, on ne le trouve guère qu'en lambeau au djebel Srta-Sud de l'oued Zerga, près de Sidi Bel Ai, etc.; enfin, tout à fait au sud, au nord du djebel Sidi bou Gobrin.

5. — CALCAIRES A OSTREA BOGHARENSIS.

Par dessus le terme précédent arrivent des calcaires jaunâtres ou blancs, tendres généralement, et qui contiennent en abondance l'*O. Bogharensis* à crochet droit et très court; en même temps se trouve cette huitre voisine de l'*O. crassissima*.

A la partie supérieure commencent à apparaître des huitres voisines de l'*O. Clot-Beyi*.

On rencontre ces calcaires au djebel Haoute, au sud de Thala, recouvrant en ce dernier point le Crétacé supérieur; plus à l'est, à Aïn Cherichera; ils contiennent alors en assez grande quantité des *Echinolampas Goujoni*.

Le point où ils se développent le plus est l'ouest du djebel Trozza, où ils reposent tour à tour sur le Santonien, le Cénomaniien et l'Urigo-Aptien.

Ils se chargent alors de quelques grès et marnes et se confondent en partie avec l'étage immédiatement supérieur.

Au sud on les retrouve le long du djebel Nasseur Allah, où ils semblent être en discordance de stratification avec des calcaires inférieurs à *N. planulata* et où ils seraient recouverts dans les mêmes conditions par un système de marnes, grès et calcaires à *O. bogharensis*, que nous rapportons au sommet de l'Éocène inférieur.

Il en est de même à l'ouest du djebel Ledjebel.

Peut-être faut-il rapporter à cet étage une partie des calcaires et marnes surmontant le djebel Djbirra, à l'ouest de l'Ousselet.

6. — MARNES A OSTREA BOGHARENSIS.

Les marnes qui prédominent dans cet étage sont bleu-grisâtre et très délitables; elles renferment par places soit des rognons de

calcaires gris ou jaunes, soit des grès fins, soit de véritables luma-chelles, composées d'*O. bogharensis* et de gastéropodes.

Les rognons de calcaires jaunes contiennent, mais très rarement, des nummulites voisines des *N. gizehensis Zitteli* ou *Caillaudi*; on voit donc qu'il faut encore ranger cette formation dans l'Éocène inférieur.

Elles forment des terres très riches et généralement très cultivées, au moins dans le Nord de la Tunisie.

Elles se trouvent en de nombreux points : citons d'abord toute la vallée de l'oued Medjes Sfa où elles reposent sur les couches à poly-piers, la haute vallée de l'oued Kébir, la région comprise entre le djebel Massouge et les ouleds Aoun, les environs d'Ellez; les bords de l'oued Ousapha, notamment à l'ouest d'el Kessour. Dans cette région, elles reposent en discordance de stratification sur les calcaires à mélobésies et nummulites et sur les calcaires grossiers à nummulites.

Elles se retrouvent au sud de Mactar, surmontées comme près de El Ksour par des calcaires et grès à *O. cf. Clot-Beyi*.

Elles se retrouvent enfin à l'ouest du djebel Harazza.

Dans les Ouled Ayar, elles reposent, soit sur le Santonien, soit sur les calcaires à grandes nummulites, soit sur les calcaires à *O. bogharensis*; elles contiennent alors par place les mêmes grandes huîtres voisines de *O. crassissima*, et sont assez chargées de calcaire. Elles sont recouvertes par les marnes calcaires et grès à *O. cf. Clot-Beyi*, qui se développent notamment près du Berberou.

Elles se retrouvent en lambeau le long de la chaîne de l'Ousselet, et, plus au nord, sur les bords de l'oued Ksob descendant du Bargou.

On les rencontre également à l'est de l'Ousselet, recouvrant en discordance de stratification les calcaires éocènes du djebel Magra, et du djebel Fedja.

Elles manquent au djebel Chérichéra, mais se retrouvent près du djebel Rébeuiba, peut-être à l'ouest du Trozza, à l'ouest du djebel Thouila, et le long des chaînes des djebel Nasseur Allah, Sidi bou Goubroun et Ledjebel.

Plus au sud elles disparaissent complètement.

ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

1. — MARNES A FUCOÏDES.

Ces marnes, à la partie inférieure, sont grises, très schisteuses, contiennent par places des rognons de calcaires jaunes ou d'oxyde de fer. Elles sont parfois noduleuses, comme du reste la plupart

des marnes éocènes, elles renferment par places des gypses en lamelles.

A la partie supérieure apparaissent des grès francs, siliceux, quelquefois dépourvus de ciment, d'autre fois à ciment ferrugineux : ces grès peuvent exceptionnellement être employés comme matériaux de construction.

Une première bande de marnes, sans aucun banc de grès, se trouve en Kroumirie occidentale entre les massifs de grès à gros éléments des M'Rassen et djebel Adissa et les mamelons de calcaires à silex noirs, dont nous avons parlé précédemment.

Cette bande se poursuit jusqu'à Aïn Draham et Tabarka. On retrouve ensuite ces marnes avec quelques grès à la partie supérieure, dans toutes les vallées qui limitent le massif de grès de la Kroumirie, les grès occupant les sommets de montagnes, les marnes, les flancs des vallées.

Dans toute cette région, les marnes sont peu fertiles par suite de leur tendance à glisser; au fur et à mesure qu'elles se délitent, elles sont entraînées par les eaux, d'où résulte absence presque complète de terre végétale.

A l'ouest du Kranguet el Tout, on les rencontre au pied des massifs de grès partant du djebel Choucha et aboutissant au Kef Ensour.

Un peu au sud de cette bande, elles commencent à apparaître isolées sans être surmontées par les grès, et reposant sur les calcaires à *inocérames*, ou les calcaires éocènes; elles forment des lambeaux isolés entre Mateur et l'oued Melah. Elles se retrouvent même à l'ouest de Bizerte.

Les grès de la partie supérieure se rencontrent surtout dans les Ouchetas, près de Gardimahou, près l'Hamam M'Seiada et de Beja Gare, enfin dans le djebel Abdallah ech Cheik.

Dans l'est de la Régence, on trouve une bande de ces marnes sans grès ni calcaires, partant de Oudna et allant jusqu'à l'oued El Hamma près le djebel Recas. Cette bande repose successivement sur le Cénomaniens et le Crétacé supérieur; elle est recouverte par des marnes, grès et calcaires à petites nummulites.

Une deuxième bande se trouve entre le djebel Gattouna et les djebels Triff, Choucha et Zid; les marnes sont alors recoupées par quelques bancs de calcaires tendres et blancs. A la partie supérieure apparaissent des grès tendres sans grande consistance.

La partie supérieure de la formation apparaît à nouveau près de l'Hamam Djidi.

On rencontre un lambeau des marnes inférieures en-dessous de

la Hamada Souda, au-dessus de l'Urgo-Aptien du Bled Foddan Zaed.

Une bande plus développée se trouve au sud du Zachouan, entre cette montagne et la chaîne djebel Zriba et Halken Neb.

Les marnes se chargent alors à la partie supérieure de grès glauconieux phosphatés, en dessous des grès siliceux; parfois on trouve de véritables bancs de glauconie.

En Kroumirie même, près du djebel Cheida, nous avons retrouvé cette glauconie dans les mêmes conditions de gisement.

Les marnes se poursuivent près du djebel bou Selloum, où elles se trouvent en contact par faille avec les grès numidiens; puis le long du Djouggar.

A l'ouest du Djouggar, on retrouve un lambeau de ces marnes au sud du djebel Zarhes; elles sont alors en contact par faille soit avec le Jurassique, soit avec le Néocomien.

Enfin, au nord du djebel Chirich, on en rencontre un petit lambeau isolé reposant sur le Crétacé supérieur.

Les fossiles de cette formation sont rares. M. Rolland y avait trouvé une *O. bogharensis*; nous même nous n'y avons trouvé plus tard que soit des huîtres voisines de l'*O. pyrenaica*, soit des térébratulines, soit des fucoides peu déterminables.

2. — CALCAIRES ET GRÈS A OSTREA CF. CLOT-BEYI

Dans la partie centrale de la Tunisie, soit auprès de Maktar, soit au nord des ouleds Ayar, soit au djebel Berberou, les marnes supérieures de l'Eocène inférieur sont recouvertes immédiatement par des marnes et calcaires à *O. cf. Clot-Beyi*. Les grès sont siliceux, parfois argileux; les calcaires sont roux, la plupart du temps, et pétris de fossiles; ils sont excessivement durs et possèdent parfois de fortes épaisseurs.

En même temps apparaît l'*O. bogharensis* en assez grande abondance.

Ces grès se retrouvent au djebel Trozza surmontés par les grès à bois fossiles du Miocène; ils se retrouvent également à l'ouest du djebel Thouila et des Fegigets; plus au sud, ils ne se rencontrent guère qu'au sud du djebel Nasseur Allah.

Près du djebel Ousselet ils se rencontrent souvent surmontant les marnes de l'Eocène inférieur.

Plus au nord, ce terme avec ce faciès paraît avoir disparu complètement.

On retrouve alors un système de marnes gypseuses, de grès, sables et calcaires à petites nummulites.

Les grès sont très souvent tendres, parfois argileux. Au contraire les calcaires sont très durs et siliceux ; mais ce n'est qu'un faciès de la formation, car ils passent très rapidement à des blocs de calcaires de un ou deux mètres de puissance, reposant sur des sables.

Ces calcaires sont pétris de mélobésies et contiennent en assez grande abondance des pectens, des turritelles et des huîtres voisines de l'*O. pyrenaica* ou de l'*O. bogharensis*, très difficiles à détacher. Ils contiennent en outre des oursins roux, soit *Euspatangus Meslei* soit *Schizaster africanus* ou *Echinolampas Perrieri*, qui le classent nettement dans l'Eocène supérieur.

Des nummulites très petites et indéterminables se trouvent dans les grès argileux et parfois dans les calcaires.

Le point méridional extrême où se trouve la formation est l'Aïn Cherichera ; là elle est comprise entre le Miocène à bois fossile et les calcaires à *O. bogharensis*, sur lesquels elle repose en discordance de stratification.

Plus haut on la trouve en-dessous des grès du djebel bou Mourra, toujours au pied des grès, notamment au nord du Sif El Ahmeur.

A l'est, le système est très développé entre le djebel Fadelouni et Takrouna, où il est recouvert par le Miocène.

Puis on le retrouve au nord de Takrouna, reposant d'un côté sur les marnes et grès de l'Eocène supérieur du djebel Battaria ; de l'autre sur le Sénonien du bou Safra.

Il se trouve également près de Djeradou, recouvert par le Miocène.

Enfin il se trouve à la base des massifs de grès du Zriba et de l'Halken Neb, de celui du Zid, du Triff et du Choucha.

Dans la presqu'île du cap Bon, il se trouve au pied du djebel Courbes, à Courbes même ; au pied du djebel Abderraman et notamment à Fortouna.

Il se retrouve à Oudna.

Enfin on rencontre ce système de calcaires, grès et marnes très développés au djebel Djaffa, puis en lambeaux isolés sur les pentes du djebel Rouissat, du djebel Koursia, à Henchir Menkoub, à Henchir Aouiniat, et, près de Tunis, à l'ouest de la Sebkra Sedjoui.

A l'ouest de ces points, il se développe entre le Ksar-Tyr et le djebel Mrabia ; enfin il se rencontre également très développé au sud de Bordj-Toumi, dans le centre du djebel Sbabil.

En dehors de ces points, il y a une série de petits lambeaux sans

importance qui prouvent que ce terme a été fortement arrasé ; il a fourni du reste la plupart des éléments des poudingues pliocènes de Sidi Aïssa et du djebel Sbabil.

On peut remarquer également que dans le centre les grès et calcaires à *O. cf. Clot Beyi* ont été fortement arrasés ; ils ont fourni les éléments des poudingues pliocènes, et notamment de ceux du Drah-en-Noun, à l'est du Thouilah.

On le retrouve également dans le djebel Kechtilou et le djebel Djaffa, au sud de Slougia ; là encore ils ont été plus ou moins arrasés.

3. — GRÈS SUPÉRIEURS.

Dans l'Ouest de la Régence, on trouve en dessus des marnes et grès à fucoides des grès siliceux, blancs, généralement friables ; les grains de silex qui les composent sont très visibles ; ils renferment quelques marnes lamelleuses.

Ce terme se rencontre dans les M'Rassen et les Ouchtetas.

Ce terme semble se prolonger à la partie supérieure par des grès siliceux, friables, à gros éléments, qu'il est difficile de classer dans le Miocène ou l'Éocène supérieur.

L'ensemble est très développé dans la Kroumirie, entre Beja et Aïn Draham à partir de l'Aïn Zitouna, dans les Neftas, les Mogods ; il arrive même près de Bizerte.

Dans le centre de la Tunisie, on doit y rattacher les grès les plus supérieurs du djebel Berberou ou des bords de l'Ouest Ousapha, et probablement aussi la base de ces grès qui contiennent alors des *O. cf. Clot Beyi*.

Il conviendrait également de leur rattacher les grès de la partie centrale du djebel el Abiod, la partie orientale étant constituée par les grès miocènes.

Ce serait à ces grès qu'il faudrait rattacher les grès métamorphiques, soit de Chemtou, soit de Tebourba et de Djedeida.

Dans la presqu'île du cap Bon et dans les chaînes du djebel Zriba, les grès et calcaires à petites nummulites sont surmontés par un système de marnes gypseuses, grès tendres et grès fins, et parfois très compacts ; tout à fait à la partie supérieure arrivent des masses de grès grossiers friables, renfermant de gros grains de silice arrondis. Ce serait, nous pensons, l'équivalent des grès numidiens.

Au-dessus arrivent des grès plus argileux avec marnes, contenant par places des traces de lignites, et qui sont surmontés par des termes franchement miocènes.

On serait là, pensons-nous, complètement dans le Miocène.

Ces grès se retrouvent dans les massifs de grès situés derrière le Zaghouan et le Djougar; dans le djebel Bou Mourra; dans la Hamada Souda; dans le djebel Abderraman, et enfin dans le djebel Oudna.

SUD DE LA TUNISIE

Dans le Sud de la Tunisie, il semble que l'Éocène n'est plus représenté que par l'étage inférieur. On y distingue à partir de la base :

1° Un système de marnes et de calcaires renfermant en quantité une huitre voisine de l'*O. bogharensis*.

2° Des marnes vertes avec des calcaires siliceux et des bancs de gypse.

Des marnes avec lumachelles et phosphates.

3° Des calcaires à *Nummulites planulata*. Des calcaires à *O. bogharensis* et rognons de silice.

TERME SUPÉRIEUR

A Tamerza, le terme supérieur est excessivement développé et peut atteindre une centaine de mètres; il est alors caractérisé par des rognons de silice absolument creux et qui sont généralement blancs; parfois ils sont noirs.

Les calcaires ont une texture absolument irrégulière et sont généralement blancs; ils renferment, soit des *O. bogharensis*, parfois complètement silicifiées, soit des nummulites, voisines de la *N. planulata*, mais rarement.

A l'est du méridien de Tamerza, le terme supérieur diminue rapidement d'importance et comprend alors des calcaires avec couche de silex noirs à la partie supérieure, et contenant des *O. bogharensis*.

TERME MOYEN

Ce terme est remarquable par la présence de phosphates de chaux signalés par M. Thomas, et qui viennent d'être étudiés plus complètement par des explorateurs au point de vue industriel. Les fossiles que renferme la formation sont de grandes huitres assez voisines de l'*O. bogharensis*, l'*O. bogharensis* elle-même et des dents de squalé en quantité.

Les phosphates forment des couches séparées les unes des autres par des bancs de marnes brunes ou verdâtres et de lumachelles; ils

se présentent sous la forme de roche friable, brune généralement, parfois légèrement verdâtre, par suite de la présence d'un peu de glauconie. Ils se réduisent généralement en sables fins sous la seule pression des doigts.

Leur épaisseur totale varie de 1 à 2 mètres près de Tamerza, de 8 à 12 mètres au djebel Seldja, où ils atteignent leur plus grande épaisseur; en même temps, ils y atteignent leur maximum de richesse, 56 à 62% de phosphate.

Ce terme est toujours prolongé à la base par des calcaires siliceux blancs, à large texture, et qui paraissent contenir quelques turritelles.

TERME INFÉRIEUR

En même temps apparaissent quelques bancs de gypse.

Ce terme comprend des argiles lamelleuses et des calcaires formant de petits bancs en général de vingt à trente cent. de puissance; ces calcaires sont blancs et renferment en quantité une huître voisine de l'*O. bogharensis*: la valve supérieure est la même, la valve inférieure a la même forme, mais est absolument dépourvue d'ornement.

DISTRIBUTION DE L'ÉOCÈNE DANS LE SUD

L'Eocène forme une première bande s'étendant des deux côtés de la chaîne qui va de Tamerza au djebel Stah.

Près de Tamerza le terme supérieur est très développé; à l'autre extrémité de la chaîne, au contraire, c'est la partie inférieure qui paraît la plus développée.

Tandis qu'au sud de la chaîne l'Eocène ne forme que de petites collines rapprochées de la verticale et parfois renversées, et disparaît même en certains points, au nord il forme des collines montant quelquefois très haut dans la chaîne principale, comme par exemple au Zimra, les inclinaisons sont en même temps très faibles.

Au nord on retrouve l'Eocène soit près du djebel M'sila soit près de Mides; plus au nord on en trouve une légère bande le long du djebel M'rata et du djebel bou Dinar, le terme supérieur étant très atrophié.

Les mêmes couches se retrouvent au djebel Jellabia et le long du djebel Sehib formant une ceinture à la masse centrale.

Au djebel Maktarai et au bir M'Rabot, on ne trouve plus que les

termes inférieurs à partir des calcaires siliceux, les phosphates ayant été arrasés.

Non loin de là, dans le djebel Berda, on retrouve un lambeau d'Éocène, complètement renversé et surmontant alors des couches sénoniennes.

On retrouve encore un lambeau d'Éocène près de Aïn-Morra, et il ne semble plus que l'Éocène existe autre part dans cette région de la Tunisie.

Dans le centre de la Tunisie, au djebel Nasseur-Allah, les calcaires à *Nummulites planulata*, compris entre les calcaires à *O. bogharensis* et les calcaires à phosphates, rappellent, par leur aspect, une partie des calcaires à silex du Sud ; et il en est de même pour les calcaires du djebel Chaketma et du massif situé à l'ouest de Sbiba. Il semblerait bien que des calcaires à silice du Sud, au moins dans leur partie inférieure, doivent se placer au niveau des calcaires subcristallins du Nord de la Tunisie.

SUR LE *TISSOTIA TISSOTI* (1),

par M. DOUVILLÉ.

Dans une communication précédente (2), nous avons montré qu'il n'était pas possible d'appliquer la dénomination générique de *Buchiceras*, comme on l'avait fait jusqu'ici, à un certain nombre d'Ammonites crétacées, remarquables par la simplicité de leurs cloisons; nous avons proposé pour un groupe de ces formes le genre *Tissotia*, en prenant pour type le *Buchiceras Tissoti* Bayle. Cette espèce avait été figurée dans le quatrième volume de l'Explication de la carte géologique de France (Pl. XL, fig. 1), mais de face seulement, et le profil n'était pas indiqué; aussi avons-nous ajouté en note que dans cette espèce la région ventrale était tricarénée. Le type était, du reste, exposé dans les collections publiques de l'École des Mines.

Quelque temps après la publication de la note que nous venons de rappeler, paraissait le premier fascicule de la « Description des Mollusques crétacés fossiles, recueillis par M. Philippe Thomas dans le Sud de la Tunisie » par notre confrère M. Peron. Dans cette remarquable étude se trouvait une révision des espèces africaines rangées dans le genre *Buchiceras*, mais la rédaction en était antérieure à notre travail sur les Cératites de la Craie, et l'auteur n'avait pu en tenir compte; en outre, certaines de ses conclusions nous paraissent contestables; il nous a donc paru nécessaire de revenir sur ce sujet et de compléter la définition du *T. Tissoti* par le figuré du profil de cette espèce qui a été méconnue par notre confrère.

Examinons d'abord l'opinion de M. Peron sur l'*Amm. Fourneli*: les exemplaires décrits par M. Bayle sous ce nom appartiendraient à deux espèces distinctes; l'échantillon représenté par les figures 1 et 2 de la planche XVII de la Richesse minérale et par les figures 2 et 4 de la planche XL de l'Explication de la carte géologique se rapporterait au *Tissotia Ewaldi*; tandis que celui qui correspond

(1) Communication faite dans la séance du 17 novembre 1890. Manuscrit déposé le 20 avril 1891.

(2) Classification des Cératites de la craie, *B. S. G. F.*, t. XVIII, p. 275, 17 mars 1890.

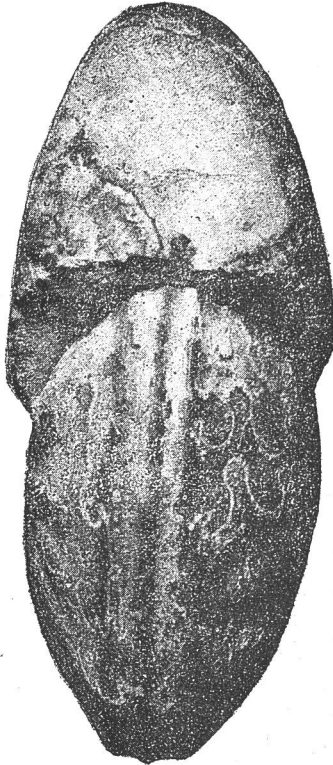
aux figures 3 et 4 de la pl. XVII et à la fig. 3 de la plâche XL serait différent et devrait être considéré dès lors comme représentant le type du *T. Fourneli*. Ce dernier échantillon ayant une ornementation plus accentuée et par suite plus nettement caractérisée, il y a certainement avantage à le prendre comme type de l'espèce, nous sommes donc bien d'accord sur ce point avec notre confrère, mais, par contre, les autres spécimens nous paraissent bien plutôt être des variétés inermes du *T. Fourneli* et il nous est impossible de les rapporter au *T. Ewaldi*. En effet, dans aucune des figures qui ont été données de cette dernière espèce, on n'observe de côtes rayonnantes dans l'adulte, et les tubercules externes sont toujours nettement transverses et parallèles à la carène; dans les échantillons d'Algérie, au contraire, les tubercules externes sont allongés dans le sens du rayon et représentent la terminaison de côtes rayonnantes plus ou moins marquées; dans aucun des échantillons figurés soit par M. Bayle soit par M. Peron nous ne retrouvons les caractères de l'espèce de Dieulefit. Sans doute les variétés inermes et à ornementation peu distincte du *Tissotia Ewaldi* (*Robini*) et du *T. Fourneli* peuvent être difficiles à séparer, mais dès que l'ornementation est un peu apparente, la distinction est facile. Il est même possible que le *T. Slizewiczi*, Fallot, ne soit qu'une variété à ornementation exagérée du *T. Ewaldi*, dans laquelle apparaissent de gros tubercules ombilicaux, mais ici encore l'ornementation est tout à fait différente de celle du *T. Fourneli*. En résumé, la présence du *T. Ewaldi*, en Algérie, ne nous paraît pas démontrée, au moins jusqu'à présent. Voyons maintenant ce que dit M. Peron du *T. Tissoti*: « M. Bayle, lui-même, induit sans doute en erreur par l'idée qu'il se faisait de sa propre espèce (*T. Fourneli*), nous paraît l'avoir méconnue en attribuant le nouveau nom de *Buchiceras Tissoti* à un spécimen qui n'est qu'une variété de grande taille, plus déprimée et un peu plus costulée de l'individu adulte du *B. Fourneli* (individu rapporté par M. Peron au *B. Ewaldi*) représenté sur la même planche. » Or, ici, il n'est pas douteux que M. Peron ne se soit mépris sur la forme du *T. Tissoti*; il est facile de s'assurer, par le profil que nous donnons ci-après (Fig. 1), que cette espèce n'est pas déprimée, mais au contraire renflée, et ses trois carènes, peu ou point visibles, il est vrai, sur la figure originale ne permettent aucune confusion ni avec le *T. Ewaldi* ni avec le *T. Fourneli*.

Voici la diagnose de l'espèce d'après le type conservé dans les collections de l'École des Mines :

TISSOTIA *TISSOTI* Bayle sp.

1878. *Buchiceras Tissoti* Bayle, Explication de la carte géol. de France, t. IV, Atlas, pl. XL, fig. 1.

Fig. 1.



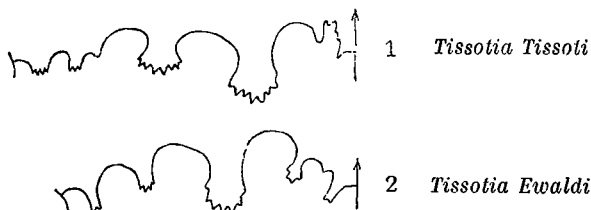
Echantillon type du *Tisotia Tissoti*, vu de profil (cliché photographique)

Coquille discoïdale atteignant 107 millimètres en diamètre l'ombilic est très étroit; les tours sont très embrassants et renflés près de l'ombilic où ils atteignent une épaisseur de 55 millimètres; ils s'amincissent du côté externe, qui est comme tronqué par un méplat de 10 millimètres de largeur; ce méplat est nettement limité de chaque côté par une carène continue, et présente en son milieu une troisième carène nette, mais peu saillante; ces trois carènes paraissent s'atténuer et disparaître sur la dernière loge, autant qu'on peut en juger d'après l'échantillon examiné, qui est un peu usé dans cette partie. L'ornementation se compose de

grosses côtes, ou plutôt de simples ondulations du test, rayonnant de l'ombilic, et s'atténuant avant d'atteindre les carènes latérales, elles sont au nombre de quatorze sur le dernier tour.

Les cloisons que nous avons fait figurer précédemment (1),

Fig. 2.



ressemblent beaucoup à celles de *T. Ewaldi* (Ibid., fig. 2); les différences de détail qu'on observe dans la forme du lobe siphonal sont évidemment en relation avec les différences de forme de la région ventrale dans les deux espèces.

Le *T. Tissoti* rappelle le *T. Fourneli* par ses côtes rayonnantes; il en diffère par ses trois carènes et par la forme tronquée de la région ventrale; ce même caractère le distingue également du *T. Ewaldi*.

Son gisement n'est pas connu avec précision: M. Bayle l'indique avec doute comme provenant de la Craie inférieure (?) de la province de Constantine. M. Peron dit bien « qu'il a eu connaissance de toutes les espèces décrites de *Buchiceras* algériens, et » que toutes doivent être classées dans les premières assises de la » Craie supérieure de l'Algérie, c'est-à-dire dans l'étage santonien »; mais cette affirmation peut-elle être étendue au *T. Tissoti* qu'il ne connaissait pas? D'un autre côté, M. Bertrand a recueilli dans le Turonien des Jeannots, près le Beausset, des échantillons de *Tissotia*, qui rappellent certaines formes des *T. Fourneli*, et le *T. Tissoti* est bien voisin de l'*Amm. Galliennei* de la Craie tuffeau (Ligérien).

En présentant son ouvrage à la Société géologique (3 novembre 1890), M. Peron propose de reprendre pour les anciens *Buchiceras* le nom générique de *Heterammonites* établi par Coquand (2) en se basant, dit M. Peron, « sur ce que dans l'espèce type du genre, à cloisons cératitifformes, la selle ventrale ou externe est divisée plus ou moins et bilobée », Or ce ne sont pas tout à fait les termes dont

(1) *B. S. G. F.*, t. XVIII, p. 282, fig. 1. 1890.

(2) Etudes supplémentaires sur la Paléontologie algérienne, *Bulletin de l'Académie d'Hippone*, n° 15, p. 19, 1880.

s'est servi l'auteur du genre; en effet, voici exactement ce que dit Coquand :

« Dans le genre nouveau que nous proposons d'introduire dans » la grande famille des Céphalopodes, les tours présentent à la fois » sur le même individu, par rapport à la forme de leurs lobes et » de leurs selles, l'organisation des Ammonites et des Cératites... » la selle et le lobe latéral supérieur sont digités et découpés exactement comme dans les Ammonites, tandis que la selle latérale » et les trois selles auxiliaires, qui la suivent jusqu'à l'ombilic, » présentent les découpures obtuses et non ramifiées des Cératites.... »

L'espèce type du genre, *Heterammonites ammoniticas*, présente toujours, d'après Coquand, une selle ventrale et un lobe latéral, « digités et découpés en forme de feuille de persil »; les flancs sont lisses et dépourvus d'ornementation; un de ces échantillons a 15 centimètres de diamètre, un second devait atteindre une *taille double*; il est donc bien difficile d'admettre avec M. Peron que l'espèce de Coquand ne soit qu'une variété du *T. Ewaldi*, qui atteint seulement 12 centimètres de diamètre; d'après la taille, ce serait plutôt le *T. Cossoni* Peron; mais comment comprendre les *découpures obtuses* et non ramifiées, signalées dans les *selles* latérales; tandis que ces dernières sont toujours entières dans le *T. Ewaldi* et presque entières dans le *T. Cossoni*, les lobes seuls étant découpés. En outre, Coquand ne fait aucune allusion à la *bilobation* si caractéristique de la première selle. Que conclure, sinon que le genre de Coquand reste douteux; en aucun cas, il ne peut être considéré comme nettement défini; il nous semble donc difficile de le faire entrer dans la nomenclature.

UN FILON D'ARGILE PLASTIQUE (1),

par **M. TARDY.**

A la suite de la Réunion d'Auvergne de 1890, j'ai voulu voir si les diverses circonstances qui accompagnent les sources thermales en Algérie, zones colorées, formes particulières des stalactites, se retrouvaient en France à Chaudesaigues.

Comme dans les sources thermales d'Algérie, on retrouve en France, à Chaudesaigues par exemple, les zones colorées, vert tendre, et surtout roses, formant auréole autour des sources, quelque soit leur âge. A Chaudesaigues, on voit la zone rose vif un peu au-dessus des maisons qui dominent le griffon principal actuel. Il y a quelques années, on a nettoyé la fontaine de Chaudesaigues et on a débarrassé le bec de la fontaine publique d'une stalactite ressemblant tout à fait à celles de Meskoutine (Algérie). Il ne se forme pas avec ces eaux chaudes de cônes verticaux, ainsi que cela se produit avec les eaux froides. Il se forme avec les eaux chaudes des surfaces ondulées par des bourrelets horizontaux, lorsque la surface est constamment mouillée. Lorsque l'évaporation est rapide, il se forme un calcaire grenu, ou de petites verrues juxtaposées. Tous ces aspects se retrouvent dans les eaux chaudes d'Auvergne.

On peut, d'après l'examen des zones colorées, constater que les sources thermales de Chaudesaigues fonctionnaient déjà dans les temps qui ont précédé l'orographie définitive actuelle. En effet, on trouve des zones colorées dans la côte au-dessus de l'Eglise et au-dessus de la source actuelle, à plus de cent mètres au-dessus du fond de la vallée. Les eaux chaudes semblent ainsi avoir abaissé leur niveau de sortie, au fur et à mesure du creusement de la vallée. Aujourd'hui il s'ouvre des sources plus bas dans le lit du torrent, au détriment, paraît-il, de la fontaine publique dont l'orifice est beaucoup plus élevé que la rivière.

Les divers griffons anciens, desséchés, et ceux de l'époque actuelle, semblent former une ligne à peu près parallèle aux filons de micro-granulite, qui augmentent d'épaisseur à mesure qu'on s'avance vers l'ouest, où cette série se termine par un puissant filon plus épais que les autres.

En explorant les environs de Chaudesaigues, j'ai passé par un

(1) Communication faite dans la séance du 20 avril 1891. Manuscrit parvenu au secrétariat le 23 avril.

chemin qui conduit à Mont-Perrey par le nord. Ce chemin longe une vallée en passant sur le bord du plateau, au sommet des vallons latéraux affluents de cette vallée. En haut du deuxième vallon, on aperçoit un ravin dans lequel des eaux s'écoulent en temps de pluie. Dans ce ravin étroit, on voit une ligne bleu-noirâtre, tranchant fortement sur le blanc sale de la roche formée de gneiss et de micaschistes, d'après la carte géologique détaillée.

La roche bleu-noirâtre dont je viens de donner la situation orographique, est une argile plastique. Il m'a paru intéressant de rechercher, en présence de l'opinion de M. Magnan, sur la continuité du Jurassique sur une grande partie du Plateau-Central, si cette argile venait d'en haut ou d'en bas. Dans les poches remplies par le haut, on trouve toujours des débris de roches tombées dans la fente. Au contraire, dans les fentes geysériennes à phosphate, celles que j'ai le plus étudiées à Clognac, il n'y a aucune brèche tombée d'en haut; tandis que dans les phosphatières remplies par le haut, la plus grande partie du remplissage est formée par une brèche dure ou terreuse suivant l'âge et les conditions successives du remplissage (*Voir ma Note de 1887*).

L'absence de toute brèche sur le bord de l'argile plastique, me semble indiquer qu'il s'agit, à Mont-Perrey, d'un vrai filon venu de la profondeur, et amené évidemment, en raison de sa couleur bleue et de sa plasticité, par des eaux qui n'étaient plus à une température excessive. Des eaux très chaudes auraient rubéfié les zones primitivement déposées, ainsi qu'on l'observe sur beaucoup de points, et tout particulièrement à Chaudesaigues, autour de la source principale actuelle, qui est dans le milieu de la ville et sert à la chauffer.

L'origine profonde des argiles plastiques du filon de Chaudesaigues me semble ainsi démontrée, et entraîner l'origine profonde des argiles bleues à ossements de Sansan (Gers), de celles de Saïda (Algérie), et de celles de la montagne de Sel de El-Outaya et de tous les autres gîtes salifères ou gypsifères présentant les caractères thermaux que j'ai rappelés ci-dessus.

Les gypses de Paris sont, au contraire, sauf de rares exceptions, d'origine sédimentaire.

NOTE SUR LE SÉNONIEN ET EN PARTICULIER SUR L'ÂGE
DES COUCHES A HIPPURITES,

par M. A. TOUCAS.

Depuis la publication de mes derniers travaux (1) établissant le parallélisme de la Craie supérieure dans les différentes régions du Nord et du Midi de l'Europe, plusieurs auteurs ont apporté de nouveaux documents qui sont venus confirmer mes conclusions ; seul M. de Grossouvre (2), tout en reconnaissant l'âge sénonien des couches à *Micraster brevis* des Corbières et de la Provence, pense qu'il y aurait lieu de revenir à ma classification de 1879 et par conséquent, de maintenir dans le Santonien, ou Sénonien inférieur, non seulement les calcaires à *Hippurites dilatatus*, mais encore toutes les couches marines qui les recouvrent dans les deux régions.

Quant à M. de Saporta (3), il serait d'avis de revenir simplement à l'ancienne classification et au parallélisme établis par MM. Hébert et Arnaud.

Les arguments invoqués par mes deux savants confrères étant basés sur des faits particuliers et non sur des considérations générales paléontologiques et stratigraphiques, il me sera facile de démontrer que ces documents ne sont pas suffisants pour permettre de modifier une classification qui a été établie sur des données résultant d'une étude détaillée des assises et des faunes de toutes les régions connues. Mais auparavant je commencerai par rappeler les nouvelles preuves qui ont été apportées à l'appui de ma thèse.

Tout d'abord, j'ai eu la satisfaction de voir, dès le début, notre éminent confrère M. de Lapparent (4) emprunter à mes travaux la partie la plus importante de son étude sur la Craie supérieure et leur donner ainsi l'appui de son autorité.

Les recherches de M. de Lacvivier (5) dans le Crétacé de l'Ariège et des Corbières sont venues confirmer l'opinion que j'avais

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. X, p. 209, et t. XI, p. 344.

(2) De Grossouvre, *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVII, p. 475.

(3) De Saporta, 1890, *Mém. Soc. géol. de Fr.*, t. I, fasc. III, mém. n^o 5.

(4) De Lapparent, 1885, *Traité de géologie*.

(5) De Lacvivier, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIV, p. 626, et t. XV, p. 591.

émise sur le parallélisme des couches à Rudistes de ces deux régions. La découverte, entre les deux niveaux à Hippurites de l'Ariège, de la faune des couches à *Micraster brevis*, particulièrement de l'*Inoceramus digitatus*, et la présence à Bénéaix, dans le niveau supérieur à Hippurites, des espèces essentiellement caractéristiques des couches à *Hippurites dilatatus* des Corbières et de la Provence comme *Trochus sougraignensis*, *Spondylus hippuritarum*, *Ostrea santonensis*, *Hippurites corbaricus*, *Hipp. socialis*, *Radiolites Toucasi*, *Rad. excavata*, *Birad. acuticostata*, *Cyclolites elliptica*, *Cycl. gigantea*, *Episeris macrostoma*, prouvent que j'avais eu raison de classer les calcaires à Hippurites de Bénéaix au niveau de ceux de la montagne des Cornes.

M. de Lacvivier a en outre reconnu que les grès de Celles étaient compris entre les marnes à *Inoceramus digitatus* et les calcaires à Hippurites de Bénéaix ; ces grès doivent donc être parallélisés, d'une part, avec les grès analogues que l'on observe au-dessous des bancs à *Hippurites bioculatus* de Sougraigne et de la montagne des Cornes, et, d'autre part, avec les grès à *Ostrea proboscidea* qui, en Provence, supportent les bancs à Hippurites des barres de la Cadière et du Castellet. Cette zone, à laquelle appartient également la partie supérieure des grès de Dieulefit, a une certaine importance, parce qu'elle représente dans le Midi, au-dessus de la zone à *Inoc. digitatus*, la partie de la craie à *Micraster coranguinum* connue dans le Nord sous le nom de zone à *Marsupites*.

De son côté, M. de Sarran d'Allard (1), complétant les renseignements que j'avais donnés sur la Craie supérieure du Gard, nous montre que tous les niveaux à Hippurites du bassin d'Uchaux se retrouvent sur la rive droite du Rhône aux environs de Bagnols et de Vénéjean. La présence des *Radiolites cylindraceus*, *Biradiolites fissicostatus*, *Hippurites radiosus*, *Ostrea acutirostris*, etc., dans les couches supérieures à Hippurites du Gard, se trouve ainsi expliquée, et suffit pour indiquer l'âge de ces couches, d'autant plus qu'à Vénéjean, comme à Piolenc, elles supportent une formation fluviolacustre avec lignites, dans laquelle se trouvent également intercalés des calcaires à Hippurites.

En 1885, M. Peron (2) rappelle l'existence des bancs à Hippurites de Paillon au milieu du Sénonien supérieur de Saint-Martory (Haute-Garonne), et justifie ainsi l'importance que j'avais attribuée à la présence de ce dépôt coralligène dans une zone considérée par

(1) De Sarran d'Allard, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XII, p. 618.

(2) Peron, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIII, p. 239.

tous les géologues comme représentant bien la craie à Belemnitelles du Nord.

En même temps, M. Peron (1), dans un travail remarquable sur la craie à Hippurites des environs de Narbonne, nous montre que la Craie supérieure, si bien caractérisée aux environs de Sougraigne par de riches zones fossilifères, n'est plus représentée à Fontfroide, à une distance d'à peine 50 kilomètres, que par de puissantes assises de sédiments grossiers, où l'on ne trouve plus aucun reste fossile, et, dans cette énorme formation arénacée, les Hippurites, avec leur faune habituelle, n'apparaissent qu'avec les sédiments calcaires ou vaseux formant ainsi sept niveaux coralligènes.

Des formations analogues paraissent exister dans plusieurs autres régions, particulièrement à Gatigues et Bagnols, dans le Gard, à Mornas et à Piolenc, dans le Vaucluse, et aux Martigues, dans les Bouches-du-Rhône. Dans tous ces gisements, la plupart des différentes zones de la Craie supérieure sont remplacées par de puissantes assises, au milieu desquelles on ne trouve pour distinguer ces zones que des dépôts irréguliers de Rudistes et de Polypiers, associés à quelques rares Mollusques que l'on rencontre généralement dans les récifs coralligènes. On se trouve donc ici dans des conditions fort difficiles, sinon insuffisantes, pour déterminer avec précision la limite des étages de la Craie supérieure, mais ce n'est pas une raison pour en conclure que ces étages n'y sont pas représentés, et j'ai même tout lieu de croire que l'étude détaillée des Rudistes viendra bientôt confirmer ce que les considérations stratigraphiques ont déjà fait entrevoir.

Dans une importante étude sur le Crétacé des Petites-Pyrénées et des Corbières, M. Roussel (2) a reconnu l'exactitude de mes observations et a pu vérifier l'existence, au dessus des grès marneux de Sougraigne, des trois assises daniennes, qu'il a pu suivre jusque dans la Haute-Garonne, où il a constaté que les grès inférieurs se transformaient et passaient au calcaire à *Hemipneustes*, que Leymerie a appelé *calcaire nankin* et que tous les géologues considèrent aujourd'hui comme la base du Danien des Pyrénées. J'ai déjà rappelé que M. Vidal avait signalé la même transformation sur le versant sud des Pyrénées, entre les calcaires à *Hemipneustes* de Valcèbre et les grès d'Isona dans la Catalogne. Ainsi, à moins de supposer encore une lacune entre les grès daniens et les couches de Sougraigne, il faudra bien admettre que le Campanien se trouve

(1) Peron, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIII, p. 258.

(2) Roussel, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 627.

représenté dans les Corbières par la partie supérieure de la formation marine de cette région.

En 1887, M. Lambert (1) nous montre qu'aux environs de Sens, le Santonien comprend bien mes zones de la Provence, des Corbières et des Charentes, et rappelle à ce sujet le parallélisme que j'ai établi entre la Craie à *Micraster* du Nord et les couches à *Micraster* du Midi; il confirme en même temps l'existence dans la Craie à *Micraster coranquinum* de Sens de l'*Inoceramus digitatus*, espèce très remarquable, facile à reconnaître, que j'avais déjà signalée dans cette localité, et qui m'avait servi à caractériser la partie inférieure de la zone à *Micraster coranquinum* des différentes régions.

La même année, M. Bertrand (2), étudiant les relations du Trias et du Crétacé dans le bassin du Beausset, rappelle la succession des couches et les divisions que j'ai admises dans la Craie supérieure de cette région. N'ayant pas encore eu l'occasion d'aller vérifier sur place les faits signalés par mon savant confrère, je me vois obligé de réserver la question de la superposition anormale du Trias sur le Crétacé qui demande une étude toute particulière, mais je profite de cette circonstance pour rectifier une erreur qui m'a été attribuée à tort. M. Bertrand prétend que ma coupe de Caoumé (3) est incomplète et qu'elle ne mentionne pas les grès et les calcaires à Hippurites qui surmontent l'Angoumien; or, il suffit d'examiner cette coupe pour s'assurer qu'au-dessus des calcaires à Hippurites (n° 12, Angoumien), j'ai signalé une 13^e assise formée par des grès épais de 70^m, et en lisant le texte, page 462, on verra que j'ai indiqué que ces grès jaunâtres devenaient calcarifères à leur partie supérieure et qu'à l'ouest, du côté des Garniers, ils étaient recouverts par des calcaires marneux à *Hippurites organisans* (très probablement *Hipp. socialis* Douvillé).

Indépendamment de cette rectification que ma note ne comportait pas, M. Bertrand ajoute que, sur la feuille de Toulon, il a placé dans le Sénonien les grès grossiers du sommet de Caoumé, par suite d'assimilation minéralogique, avec les grès à *Micraster brevis* du Beausset, mais qu'il serait actuellement plus disposé à y voir un développement de la barre angoumienne, avec un développement exceptionnel du Turonien. Je regrette de ne pouvoir accepter cette nouvelle interprétation de mon savant confrère, car, plus heureux que lui, je me rappelle avoir recueilli dans les grès jaunâtres de ma 11^e

(1) Lambert, Terrain de Craie, 1887, p. 41.

(2) Bertrand, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 667.

(3) Toucas, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. II, p. 460.

assise des débris de *Micraster*, un bon radiole de *Cidaris clavigera* et le *Platycyathus Terquemi*, que l'on trouve dans les couches sénoniennes du Beausset et de la Çadière. Si ces grès sont déjà sénoniens, il faudra, à plus forte raison, maintenir dans le même étage les grès supérieurs de Caoumé, ainsi que les bancs de calcaires à Hippurites qui y sont intercalés. Les amas de sables gris, qui forment ma 10^e assise au pied de la hauteur, représenteraient alors l'Angoumien. Ce grand dépôt sableux commence à l'est, aux environs de Touris, contourne au Revest la montagne de Caoumé, passe au sud et à l'ouest du château du Broussan, plonge ensuite sous un angle d'environ 20° sous le pont de Simaï et se relève au-dessus du vallon; il arrive ainsi à Sainte-Anne du Cabot, pour se continuer sous la hauteur de la Capelude, traverse tout le Val d'Aren et va se terminer au pied du Grand-Cerveau, à Grimaud, tout près de la route du Beausset à Bandol. Ces sables recouvrent au Revest des marnes et des calcaires marneux qui renferment les fossiles caractéristiques de la Craie de Touraine.

Voici d'ailleurs la succession des couches dans la région de Caoumé telle que je l'ai déjà donnée :

1° Calcaires urgoniens à *Toucasia carinata*.

2° Calc. marneux à *Ostrea flabella*, ép. 10^m.

3° Calc. légèrement marneux avec *Ostrea columba*, *Hemiaster Toucasi*, *Hem. Orbignyi*, ép. 20^m.

4° Calc. compacts à *Caprina adversa*, ép. 10^m.

5° Calc. à *Radiolites Sharpei*, ép. 25^m.

6° Calc. marneux avec *Am. nodosoides*, *Linthia Verneuilli*, *Hemiaster Heberti*, ép. 20^m.

7° Calc. très marneux avec nombreux *Linthia Verneuilli*, *Epiaster meridanensis* et *Am. Rochebrunei*, ép. 60^m.

8° Calc. en plaquettes avec *Am. Woolgari*, ép. 90^m.

9° Marnes et calc. marneux avec *Ostrea eburnea*, *Terebratula lenticularis*, *Rhynch. Cuvieri*, *Catopygus obtusus*, *Nucleolites parabelus*, *Discoidea infera*, *Cidaris hirudo*, *Cid. pseudosceptrifera*, *Trochomilia*, ép. 12^m.

10° Sables blancs ou jaunes, ép. 10^m.

11° Grès jaunâtres plus ou moins friables avec *Micraster*, *Cidaris clavigera*, *Platycyathus Terquemi*, *Hipp. giganteus*, *Polypiers*, ép. 90^m.

12° Calc. à Hippurites, Radiolites et Nérinées, ép. 50^m.

13° Grès jaunes assez grossiers, ép. 70^m.

14° Calcaires à *Hippurites socialis* Douvillé.

Les assises 6, 7 et 8 appartiennent incontestablement au Turonien inférieur ou Ligérien.

Les assises 9 et 10 représentent le Turonien supérieur ou Angoumien et remplacent ici les calcaires à *Biradiolites cornupastoris* et *Hippurites petrocoriensis* du Beausset; on les retrouve d'ailleurs tout près de là, à l'est du Revest, sur la rive gauche des Dardennes, avec la même faune d'Echinides associée à un certain nombre de Rudistes de la zone à *Biradiolites cornupastoris*.

Les assises 11, 12, 13, correspondent ainsi aux couches à *Micraster* du Beausset dont elles forment le prolongement à l'est du bassin; elles se continuent au-dessus des sables gris jusque dans le Val d'Aren, où on y trouve la faune typique de Villedieu, avec cette différence que dans cette partie du bassin du Beausset les couches à *Micraster* renferment déjà de nombreux Rudistes et Polypiers, tels que : *Hippurites Zitelli*, *Hipp. corbaricus*, *Hipp. Moulinsi*, *Hipp. petrocoriensis*, *Radiolites angeiodes*, *Plagioptychus Aguilloni*, *Cyclolites gigantea*.

La succession des assises est donc très sensiblement la même à Caomé que dans le bassin du Beausset et il y a tout lieu de supposer que les grès à *Micraster* avec leurs bancs à Hippurites, qu'on observe au-dessus des sables gris angoumiens, appartiennent au Sénonien inférieur ou Santonien comme les couches qui leur correspondent dans le val d'Aren.

La présence de certains Rudistes et particulièrement des Hippurites à ce niveau est un fait tout-à-fait exceptionnel dans la bassin du Beausset; mais M. Collot (1) a montré que dans la région des Martigues les bancs à Hippurites, qui ont commencé à paraître là comme ailleurs dans la zone angoumienne à *Biradiolites cornupastoris*, continuent à se montrer dès le Sénonien inférieur dans des couches qui occupent incontestablement la place des grès à *Micraster brevis*.

La découverte du *Schizaster atavus* Cott., espèce caractéristique du Campanien des Charentes, que M. Collot a faite dans les couches supérieures à Hippurites des Martigues et de Figuières, prouve que ces couches occupent un niveau plus élevé que celles dans lesquelles il a signalé l'*Hippurites giganteus*. Il y aurait donc bien en Provence trois niveaux d'Hippurites, dont le plus ancien serait du Turonien supérieur ou Angoumien, le deuxième serait santonien et le plus récent campanien.

Dans un important mémoire sur le terrain crétacé du bassin de

(1) Collot, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVIII, p. 80.

Paris, M. de Grossouvre (1), étudiant la succession des faunes d'Ammonites dans les étages Turonien et Sénonien, est arrivé aux mêmes conclusions que moi, au point de vue de la délimitation de ces deux étages. La partie la plus importante de ce travail est celle qui a trait au Sénonien de la Touraine : jusqu'à ce jour, d'après les travaux d'Hébert, on était convenu de considérer la Craie de Villedieu comme ne formant qu'une seule zone inférieure à la Craie à *Micraster cortestudinarium* ; j'avoue que cette manière de voir m'avait toujours paru anormale et ne permettait pas de paralléliser avec assez de précision les couches à *Micraster* des différentes régions. Or, suivant M. de Grossouvre, tout le Sénonien inférieur, y compris la zone à *Micraster coranguinum*, serait représenté dans la Touraine. La Craie de Villedieu, au lieu de ne former que la zone la plus inférieure du Santonien, comprendrait les trois zones suivantes de ce sous-étage :

3^o Zone de l'*Ammonites syrtalis* et *Spondylus truncatus* ;

2^o Zone de l'*Am. Emscheris* (= *Bourgeoisii*) et *Micraster turo-nensis* ;

1^o Zone de l'*Am. Ewaldi* et *Am. Haberfellneri* (= *petrocoriensis*).

Le parallélisme de ces trois zones avec mes trois zones santonniennes des Charentes, des Corbières, de la Provence et du bassin de Paris me paraît tout-à-fait rationnel et ne peut donner lieu à aucune objection sérieuse. L'étude de M. de Grossouvre présente à ce point de vue un intérêt tout particulier, parce qu'elle nous montre que la même succession des faunes a eu lieu aussi bien en Touraine que dans les autres régions. Mais les conclusions de mon savant confrère, tout en étant sensiblement conformes à mes grandes divisions, présentent des différences assez notables dans la composition des zones et même des sous-étages. D'abord les subdivisions employées, Coniacien, Santonien et Campanien, ne me paraissent pas être limitées aux couches pour lesquelles ces sous-étages ont été créés. Le Coniacien, en se reportant à la définition de son auteur (2), ne doit comprendre que la première zone de M. de Grossouvre. Coquand a, en effet, pris comme type de son Coniacien les couches qui, au parc de Cognac, recouvrent directement les derniers bancs de la zone à *Biradiolites cornupastoris* ; ces couches comprennent, à la base, des sables et des grès calcarifères, et à la partie supérieure des calcaires glauconieux avec nombreuses *Ostrea auricularis* ; les couches supérieures sont formées par les calcaires

(1) De Grossouvre, *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 475.

(2) Coquand. *Description géologique de la Charente*, 1858, p. 479 et suivantes.

à *Am. Emscheris* (= *Bourgeoisii*) et *Micraster brevis* (= *turonensis*), que Coquand classe déjà dans son Santonien, étage qu'il étend ensuite jusqu'aux premières couches à *Ostrea vesicularis*, base de son Campanien, qui comprend tous les coteaux crayeux de la Champagne. Les coupes détaillées des environs de Cognac et de Malberchie, ainsi que les listes des fossiles publiées dans le Synopsis, ne peuvent laisser aucun doute sur la composition de ces trois sous-étages. Il est facile de voir que le Coniacien se réduit en somme à la zone la plus inférieure du Sénonien, et Coquand avait si bien compris lui-même le peu d'importance de cette division, que dans ses travaux postérieurs il n'en fait plus mention. Depuis, M. Arnaud a rétabli le Coniacien, et, au lieu de l'appliquer uniquement aux couches à *Ostrea auricularis* de Cognac, il y a rattaché également les calcaires santoniens à *Am. Emscheris* et *Micraster turonensis*; mais le Santonien, se trouvant par ce fait réduit de moitié, M. Arnaud l'allongeait par le haut en empruntant au Campanien sa partie inférieure. Je n'ai pas besoin d'insister pour faire ressortir l'inconvénient que présentent ces modifications, et c'est pour éviter tout malentendu que j'ai cru devoir, dans mes classifications, ne pas faire mention du Coniacien, conformément à la dernière opinion de Coquand. Je dois donc de nouveau protester contre l'emploi du Coniacien, tel que M. de Grossouvre le comprend; si l'on tient à maintenir ce sous-étage, et je n'en vois pas l'utilité, il faut le limiter à la zone inférieure du Sénonien, que j'ai désignée sous le nom de zone à Cératites et *Rhynchonella petrocoriensis* et qui est effectivement caractérisée par les *Am. Haberfellneri* (= *petrocoriensis*) et *Am. (Tissotia) Ewaldi*. Les beaux travaux de M. Arnaud nous ont en effet appris que dans les Charentes et la Dordogne, et particulièrement à Montignac, cette zone renfermait une faune spéciale, *Am. Haberfellneri*, *Am. Ewaldi*, *Rhynch. petrocoriensis*, etc., qui m'avait servi à la paralléliser avec les calcaires à *Am. Ewaldi* et *Rhynch. petrocoriensis* des Corbières et de la Provence, qui constituent également dans ces régions la base du Sénonien.

Il en résulte que les couches à *Am. Emscheris* et *Micraster turonensis* de la Touraine et des Charentes doivent, dans tous les cas, être classées dans le Santonien et en former la première ou la deuxième zone suivant que l'on maintient ou que l'on supprime le sous-étage Coniacien.

Voyons maintenant quelles sont les couches qui représentent cette zone dans le Midi. Dans les Corbières, l'*Am. Emscheris* se montre immédiatement au-dessus des calcaires à *Tissotia Ewaldi* dans les couches à *Micraster brevis* et *Cidaris Jouanneti* où elle est associée

aux *Am. serrato-marginatus*, *Am. tricarinatus* et à une faune absolument identique à celle qui l'accompagne dans la Touraine.

En Provence, l'*Am. Emscheris* n'a pas encore été signalée, mais sa zone est parfaitement bien représentée par les couches à *Micraster turonensis* et *Am. tricarinatus* qui occupent le même niveau que dans les Charentes et la Touraine.

Jusque-là, la succession paraît donc très régulière, et le parallélisme est tout naturel; mais, au-dessus, M. de Grossouvre me semble avoir négligé une zone dont l'importance est assez grande pour qu'on en tienne compte; je veux parler de la zone à *Am. texanus* et *Inoceramus digitatus* qui, en Provence comme aux Corbières, recouvre les couches à *Am. Emscheris*. Cette zone, qui présente dans les deux régions un très grand développement, renferme une faune voisine de celle qui l'a précédée; mais l'*Am. Emscheris* ne s'y rencontre plus, elle y est remplacée par de nouvelles formes comme *Am. texanus*, *Am. pyrenaicus* de Grossouvre; la faune des *Micraster* a subi elle-même une assez grande modification, les formes types arrondies et globuleuses du *Micraster brevis*, si communes dans les couches à *Am. Emscheris*, ont presque entièrement disparu, et les quelques rares *Micraster* qu'on y trouve appartiennent à une espèce plus cordiforme, dont le péristome est presque marginal avec lèvre saillante, le sillon antérieur échancre fortement l'ambitus, la partie supérieure, déclive en avant, est carénée à l'arrière, les ambulacres sont moins longs et moins larges; si ce n'est pas le véritable *Micraster coranquinum*, c'est toujours une variété qui s'en rapproche beaucoup. Enfin, la présence à ce niveau de nombreux Spongiaires et de l'*Inoceramus digitatus*, espèce caractéristique de la craie à *Micraster coranquinum* du bassin de Paris, prouve que j'ai eu raison de séparer cette zone de la zone à *Micraster brevis*.

Dans les Charentes, l'*Inoceramus digitatus* n'a pas encore été rencontré, mais, à Cognac, j'ai parfaitement reconnu au-dessus des calcaires à *Micraster turonensis* et *Am. Emscheris* des couches plus marneuses qui me paraissent devoir se rapporter à cette zone, d'ailleurs suffisamment bien caractérisée par ses nombreux Spondyles et surtout par l'*Am. texanus*, que M. Arnaud commence à citer à ce niveau.

Je regrette donc que M. de Grossouvre n'ait pas maintenu ma zone à *Am. texanus* et *Inoceramus digitatus*, qui représente si bien partout la partie inférieure de la craie à *Micraster coranquinum*; le parallélisme des différentes zones n'en ressortirait que mieux et serait plus conforme à la succession des faunes.

En prenant l'*Am. syrtalis* comme type caractéristique de sa troisième zone, M. de Grossouvre me paraît avoir fait un mauvais choix, qui est la cause principale de notre désaccord. Pour établir des parallélismes en s'appuyant sur la succession des faunes d'Ammonites, il est naturel de choisir de préférence des espèces bien caractérisées, d'une extension verticale très limitée, tout en ayant une très grande étendue géographique ; or, il est incontestable que l'*Am. texanus* présente sous ce rapport plus de garanties que l'*Am. syrtalis*, puisqu'elle caractérise partout une zone bien déterminée, immédiatement au-dessus de la zone à *Am. Emscheris*. La citation que j'avais faite de l'*Am. texanus* dans la zone à *Micraster brevis* provient de ce qu'au début j'avais trop étendu cette zone à *Micraster* ; les nouvelles études, basées sur la succession des faunes d'Ammonites, prouvent que la deuxième zone santonienne ne doit comprendre que les couches à *Am. Emscheris*, *Am. serrato-marginatus*, *Micraster turonensis* et *Cidaris Jouanneti*, qui, en Touraine, en Provence, aux Corbières et dans les Charentes, constituent au-dessus de la zone à *Am. Ewaldi* et *Am. Haberfellneri* un horizon très constant, que, dès 1883, j'avais déjà séparé de la zone à *Am. texanus* et *Inocer. digitatus*.

L'*Ammonites texanus* succède donc bien à l'*Am. Emscheris* et se rencontre toujours au même niveau dans toutes les régions que je viens de citer. Elle a de plus été signalée dans la Craie à *Micraster coranguinum* et *Inoc. digitatus* du bassin de Paris, des Alpes-Maritimes et de la Drôme, dans le Santonien supérieur de la Westphalie, de Gosau, de la Palestine et de l'Algérie ; enfin, le type décrit par Rømer provient des couches sénoniennes du Texas, où il se trouve associé à l'*Am. Guadaloupæ* Rømer, variété à gros tubercules de l'*Am. syrtalis*.

L'*Ammonites texanus* a encore l'avantage de ne pouvoir être confondue avec aucune autre espèce ; elle sera toujours reconnaissable à sa carène dorsale, à la forme rectangulaire de ses tours, à ses côtes presque droites, espacées et pourvues de cinq rangées de tubercules.

L'*Ammonites syrtalis* présente, au contraire, le double inconvénient d'avoir une extension verticale beaucoup plus grande et de comprendre plusieurs variétés, dont les caractères ont paru suffisants à certains auteurs pour en faire des espèces distinctes, *Am. syrtalis* Morton, *Am. polyopsis* Dujardin, *Am. Guadaloupæ* Rømer, *Am. Ribouri* d'Orbigny, *Am. Orbignyi* Geinitz, et, en admettant que toutes ces variétés puissent appartenir à une même espèce, on peut encore reprocher à l'*Am. syrtalis* d'avoir une étendue géographique

beaucoup moins grande que l'*Am. texanus*, puisqu'elle n'a été signalée ni dans la Craie à *Micraster coranguinum*, ni dans la Craie à Marsupites du bassin anglo-parisien.

Enfin si l'*Am. syrtalis* se montre, en Touraine, immédiatement au-dessus de la zone à *Am. Emscheris*, il n'en est pas moins certain que cette espèce occupe ailleurs des niveaux plus élevés. Ainsi, dans les Corbières, elle ne commence à paraître qu'au-dessus de la zone à *Am. texanus* et *Inoc. digitatus*, dans la quatrième zone santonienne, formée de grès jaunâtres ou noirâtres, qu'on observe à la montagne des Cornes entre les marnes bleues à *Inocer. digitatus* et les premiers bancs à *Hippurites bioculatus*, et qu'on peut suivre à la partie supérieure du ravin est jusqu'au cimetière de Sougraigne, où ils constituent la partie inférieure des grès de Sougraigne. L'*Am. syrtalis* se rencontre là avec le *Pyrina ovulum* et une très belle ammonite nouvelle, *Am. corbaricus* de Grossouvre; c'est aussi le gisement principal des *Lima ovata* et *Janira quadricostata*. La faune proprement dite de Sougraigne, avec ses bancs d'*Hippurites bioculatus* intercalés, se trouve au-dessus, où elle forme une cinquième zone dans laquelle j'ai recueilli un grand échantillon d'*Am. syrtalis*, variété *Guadaloupæ*; c'est un peu au-dessus de cette zone que se trouvent à Sougraigne plusieurs ammonites du groupe de l'*Am. fresvillensis* et de l'*Am. Stobæi*, qui donnent à cette faune un cachet beaucoup plus récent, comme l'avaient déjà fait entrevoir les nombreux Gastéropodes et Pélécy-podes que j'ai cités à ce niveau.

Dans l'Ariège, d'après M. de Lacvivier, les grès de Celles, intercalés entre les marnes à *Inoc. digitatus* et les calcaires à Hippurites de Bénéaix et de Leychert, occupent la même place que les grès inférieurs de Sougraigne et appartiennent, par conséquent, à la quatrième zone du Santonien.

Au Beausset et à La Cadière, cette dernière zone est aussi largement représentée par les couches à *Ostrea proboscidea*, qui forment une masse de plus de 50^m de grès et de marnes sableuses avec *Am. texanus*, *Actinocamax* de petite taille, probablement *Act. verus*, *Nautilus Dekayi*, *Naut. neubergicus*, *Spondylus* voisin du *Sp. truncatus*, *Ostrea caderensis*, *Rhynch. difformis*, *Nucleolites minimus*, *Pyrina ovulum*, *Pyrina ataciana*, *Cardiaster tenuiporus*, *Botriopygus Toucasi*, *Salenia Bourgeoisii*, *Cidaris clavigera*, *Cid. pseudopistillum*, *Cid. sceptrifera*, *Cid. subvesiculosa*, *Bourgueticrinus ellipticus*, *Pentacrinus carinatus* et nombreux Bryozoaires.

Cette assise, immédiatement superposée aux marnes à *Inoc. digitatus*, est recouverte par un banc de grès pétris d'*Ostrea vesi-*

cularis et *Ost. proboscidea*, qui constitue, au Beausset comme dans les Charentes, la base du Campanien de Coquand, et ce n'est qu'au-dessus de ce banc que commence la zone à *Hippurites galloprovincialis* et *Hipp. dilatatus* des barres de La Cadière et du Castellet, que M. de Grossouvre veut cependant paralléliser avec sa troisième zone à *Am. syrtalis* de la Touraine. Or, je viens de rappeler qu'entre la zone à *Am. Emscheris* et *Micraster turonensis* et les calcaires à *Hippurites dilatatus*, il y a, au Beausset comme aux Corbières, deux grandes zones :

1° Couches à *Am. texanus*, *Am. syrtalis*, *Am. clypealis*, *Am. corbaricus*, *Actinocomax verus*, *Pyrina ovulum*.

2° Couches à *Am. texanus*, *Am. Pailletei*, *Am. pyrenaicus*, *Inocer. digitatus*, *Micraster cf. coranguinum*.

Ces deux assises, caractérisées particulièrement par l'*Am. texanus*, représentent donc largement la zone à *Am. syrtalis* de M. de Grossouvre et ont l'avantage de correspondre aux deux zones de la Craie à *Micraster coranguinum*, du bassin anglo-parisien et de l'Allemagne du Nord.

En 1882, afin de ne pas trop surcharger mon tableau, j'avais réuni ces deux assises en une seule zone qui représentait mon Santonien supérieur ; mais, dès l'année suivante, je les séparais dans un tableau plus détaillé qui, tout en faisant mieux ressortir le parallélisme des assises dans les trois régions des Charentes, des Corbières et de la Provence, continuait à limiter le Santonien avec la zone supérieure à *Ammonites texanus* et *Pyrina ovulum*. Je ne vois aujourd'hui aucun motif pour ne pas maintenir à ce point la séparation du Santonien et du Campanien ; je reste ainsi fidèle à l'opinion de Coquand qui a fixé cette limite, dans les Charentes, au premier banc à *Ostrea vesicularis*. M. Arnaud a reconnu lui-même que ce banc formait un horizon constant dans toute la région du Sud-Ouest, et il en a formé sa deuxième zone N¹ de son Santonien. C'est donc sous cette assise qu'il convient de placer la limite des deux sous-étages de Coquand ; il en résulte qu'on ne doit laisser dans le Santonien que les zones M¹ et M² de M. Arnaud, qui correspondent bien, d'ailleurs, à la zone à *Am. syrtalis* de la Touraine et aux deux zones à *Am. texanus* des Corbières et du Beausset, dont elles renferment la faune : *Nautilus Dukai*, *Am. syrtalis*, *Am. texanus*, *Janira quadricostata*, *Spondylus truncatus*, *Hipp. corbaricus*, *Hippurites sarthacensis*, *Ostrea proboscidea*, *Rhynch. difformis*, *Pyrina ovulum*, *Cardiaster tenuiporus*, *Nucleolites minimus*, *Botriopygus Toucasi*, *Cyphosoma microtuberculatum*, *Salenit Bourgeoisii*, *Cidaris pseudopistillum*, *Bourgueticrinus ellipticus* et nombreux Bryozoaires.

Ainsi, dans le Santonien des Charentes, on retrouve jusque dans les moindres détails la même succession des faunes qu'aux Corbières et en Provence. Je n'insisterai donc pas sur ce parallélisme, qui est de la dernière évidence, et je passerai de suite à l'étude des zones du Sénonien supérieur ou Campanien.

En Touraine, le Santonien se termine avec la zone inférieure de l'*Am. syrtalis*, représentée dans les Charentes et dans le Midi par les deux zones à *Am. texanus*, et dans le bassin de Paris par la craie à *Micraster coranguinum*. Il n'y a donc rien dans la craie de Villedieu qui puisse être parallélisé avec la zone supérieure de l'*Am. syrtalis*, qui, dans les Charentes, aux Corbières et en Provence, renferme les bancs à *Hipp. dilatatus*.

Dans les Charentes, nous venons de voir que le Santonien devait se terminer avec la cinquième zone sénonienne, M², de M. Arnaud, les cinq zones supérieures N¹, N², P¹, P² et P³ devront alors constituer le Campanien. La base de ce sous-étage est formée par le banc à *Ostrea vesicularis* et *Ost. proboscidea*, division N¹ de M. Arnaud, facile à reconnaître et qui peut très bien servir de point de repère dans les trois régions des Charentes, des Corbières et du Beausset. Au-dessus de ce banc on observe dans les Charentes, comme dans ces deux dernières régions, une nouvelle zone, au milieu de laquelle se trouvent intercalés des dépôts de Rudistes; c'est la division N² de M. Arnaud, qui renferme une partie de la faune du Santonien supérieur, *Am. syrtalis*, *Lima ovata*, *Radiolites Coquandi*, *Rad. fissicostatus*, *Rhynch. difformis*, *Ostrea proboscidea*, *Ost. caderensis*, *Pyrina ovulum*, *Cidaris pseudopistillum*, *Nucleolites minimus*, *Cyphosoma microtuberculatum*, mais à laquelle sont venues se joindre des formes nouvelles, telles que *Baculites anceps?* *Radiolites Hæninghausi*, *Rad. ingens*, *Hipp. bioculatus*, *Hipp. dilatatus*, *Hipp. Arnaudi*, *Toucasia Toucasi*, *Ostrea vesicularis*, *Ost. Matheroni*, *Ost. acutirostris*, *Hemipneustes tenuiporus*, *Clypeolampas ovum*, etc. Cette zone, qui renferme encore l'*Am. syrtalis*, forme incontestablement, au-dessus de la zone M², à *Am. texanus* et *Am. syrtalis*, une nouvelle zone très nettement séparée de celle-ci par un banc à *Ostrea vesicularis*. L'*Am. syrtalis* occupe donc bien dans les Charentes deux zones distinctes, dont l'une appartient au Santonien supérieur, et l'autre au Campanien inférieur. Le Campanien moyen se trouve alors représenté par la zone P¹ de M. Arnaud, caractérisée par *Sca-phites binodosus*, *Lima ovata*, *Ostrea oxyrhyncha*, *Schizaster atavus*, *Pyrina petrocoriensis*, et le Campanien supérieur comprendra les deux divisions suivantes: la zone P², à *Belemnitella quadrata*, et la zone P³, à *Am. epiplectus*, *Baculites anceps*, *Turrilites Archiaci*, *Tur.*

acuticostatus, *Ancyloceras pseudoarmatum*, *Lima ovata*, *Tellina Venei*, *Nerinea bisulcata*, *Trigonia echinata*, *Ostrea caderensis*, *Ost. vesicularis*, *Ost. Matheroni*, *Ost. semiplana*, *Ost. Talmonti*, etc...

Dans les Corbières, le Campanien inférieur commence avec le banc à grandes *Ostrea vesicularis*, variété *spissa* Leymerie, qui caractérise le Sénonien supérieur de la Haute-Garonne, et comprend en outre la partie moyenne des grès de Sougraigne, si riche en Gastéropodes et Pélécy-podes, au milieu de laquelle se trouvent intercalés les bancs d'*Hipp. dilatatus* et *bioculatus* et qui constituent ici, comme dans les Charentes, la zone supérieure de l'*Am. syrtales*. C'est à la base de cette zone que j'ai recueilli aux Corbières une grande bélemnite bien conservée du groupe de *Goniotenthis quadrata*, que M. Douvillé a rapprochée de certaines formes de la craie de Beauvais. A la partie supérieure des grès de Sougraigne, on a recueilli le *Pyrina petrocoriensis* et des Ammonites du groupe des *Pachydiscus*, qui indiquent une zone plus récente. Les marnes bleues du moulin Tiffou, et les marnes supérieures à *Tellina Venei*, qui forment la zone la plus élevée de Sougraigne, constituent les dernières couches marines de cette région ; elles sont recouvertes par les sables à lignites et les grès d'Alet qui appartiennent au Danien.

Au Beausset, le Campanien inférieur commence également avec le banc de grès à *Ostrea vesicularis* et *Ost. proboscidea*, dans lequel j'ai trouvé *Nautilus patens* Schlüter, *Ancyloceras pseudoarmatum* Schlüter et de nombreux *Gervillia solenoides* DeFrance, espèces caractéristiques du Sénonien supérieur de l'Allemagne. Ce banc à Ostracées supporte les calcaires à *Hipp. dilatatus* et *galloprovincialis* des barres de la Cadière et du Castellet, pétris de Rudistes, Polypiers, Spongiaires et Bryozoaires et au milieu desquels on rencontre une faune de Gastéropodes, de Pélécy-podes et d'Echinides, qu'on retrouve à ce même niveau dans les Charentes ou dans la Craie à Bélemnites du bassin de Paris et du Nord de l'Europe. Il suffit de consulter la longue liste de fossiles cités dans cette zone pour voir qu'elle diffère très sensiblement des faunes précédentes. Si on y ajoute les espèces que M. Collot a signalées dans les calcaires à *Hippurites* des Martigues et de Figuières, et particulièrement le *Schizaster atavus* Cotteau, qui caractérise la zone campanienne P¹ des Charentes, on conviendra qu'il n'y a rien d'anormal dans le parallélisme que j'ai établi entre cette zone et le Campanien inférieur des Charentes.

Le Campanien moyen est représenté en partie au Beausset et à la Cadière par une puissante assise de grès jaunâtres avec lits marneux

intercalés, renfermant de nombreux petits Polypiers monastrées, de très petites Trigonies, probablement de jeunes *Trigonia echinata* d'Orb., et caractérisés particulièrement par une flore spéciale, *Araucaria Toucasi*, *Magnolia telonensis*, *Lomatopteris superstes*, *Sequoia*, considérée par M. de Saporta comme identique à la flore que l'on a trouvée à Bagnols au milieu des calcaires à *Radiolites cylindraceus* et *Hipp. radiosus*, qui appartiennent incontestablement à un des niveaux à *Hippurites* les plus élevés. En signalant cette flore comme un peu antérieure à celles des Lignites de Fuveau, M. de Saporta est d'accord avec la succession des faunes, puisque, au Beausset comme à Bagnols, les couches à Lignites sont franchement supérieures aux couches marines qui renferment ces empreintes végétales ; mais est-ce là un motif pour placer ces dernières couches dans le Sénonien inférieur ? M. de Saporta n'a-t-il pas reconnu lui-même que la flore de Fuveau conservait des liens avec celles du Beausset et de Bagnols et qu'elle devait même être parallélisée avec celle de la craie de Gosau, qui est cependant contemporaine de la craie à Hippurites de la Cadière et de Sougraigne ? Enfin, en précisant d'une façon définitive la situation géognostique des Lignites de Fuveau au-dessous du Garumnien, M. de Saporta semble oublier qu'entre ce sous-étage et le Campanien, il y a encore la place du Maestrichtien ou Danien inférieur, auquel il conviendrait peut-être de rapporter ces couches, si on ne veut pas en former la base du Garumnien. Dans tous les cas, en fixant l'âge de la flore du Beausset au niveau du Campanien moyen, on se trouve dans des limites raisonnables par rapport à la flore des Lignites de Fuveau, qui, de l'aveu de M. de Saporta, ne peut lui être de beaucoup postérieure.

Le Campanien supérieur comprend, au Beausset, les marnes bleues à *Ostrea Matheroni* et *Goniopygus minor* et les calcaires marneux à *Nerinea bisulcata* et *Cidaris cretosa*, qui renferment de nombreuses espèces de la Craie supérieure de Haldem, Lemförde, Coësfeld et Ilsenburg. J'ai recueilli à La Cadière, dans cette dernière zone, un fragment de *Pachydiscus* à côtes épaisses et presque droites, malheureusement un peu usées, et se rapprochant bien de l'*Am. gallicianus* E. Favre, de la craie à *Belemnitella mucronata* de Lemberg et Coësfeld.

Cette zone se termine au Beausset avec un banc de calcaires à très gros Hippurites, malheureusement dépourvus de la valve supérieure, mais dont les caractères internes de la valve inférieure sont presque identiques à ceux de l'*Hipp. radiosus*, qu'on rencontre à peu près au même niveau dans la Dordogne, et c'est au-dessus de

ce banc qu'on observe, dans les deux régions, le deuxième niveau de l'*Ostrea acutirostris* qui appartient très vraisemblablement au Danien inférieur ou Maestrichtien.

Ainsi, au Beausset et dans les Corbières, comme dans les Charentes, la succession des faunes se continue aussi régulièrement dans le Campanien que dans le Santonien. Les couches à *Hippurites dilatatus* du Beausset et de Sougraigne se trouvent donc parfaitement correspondre avec la zone à *Hipp. dilatatus*, N², des Charentes. Dans les trois régions, ces couches à Hippurites recouvrent le Santonien supérieur à *Am. texanus* et *Actinocomax verus*, dont elles ne sont séparées que par le banc inférieur à *Ostrea vesicularis*. L'attribution de cette zone au Campanien inférieur, tel que Coquand l'a établi, ne peut donc être douteuse, et son parallélisme avec la base de la Craie à *Belemnitella quadrata* du bassin de Paris se trouve confirmé par l'apparition à ce niveau de grandes bélemnites du groupe des *Goniotheuthis quadrata*. Ce parallélisme des couches à *Hippurites dilatatus* entraîne, à plus forte raison, celui des trois zones supérieures marines du Beausset et de Sougraigne avec les trois zones correspondantes P¹, P², P³ des Charentes.

Cependant, dans une note explicative de la feuille de Marseille, M. Bertrand exprime l'avis que l'attribution des zones supérieures marines du Beausset au Campanien serait, d'après les nouveaux travaux, rendue douteuse par la présence, dans ces couches, de l'*Am. polyopsis* (= *syrtalis*), et qu'il y aurait plutôt lieu maintenant de rattacher cet ensemble au Santonien. J'ai tout lieu de croire que cette opinion n'est basée que sur les parallélismes établis par M. de Grossouvre et qu'elle n'est par conséquent pas définitive.

Dans tous les cas, je suis à peu près certain que l'*Am. syrtalis* n'a jamais été recueillie dans les calcaires à *Nerinea bisulcata* du Castellet et de la Cadière. Je ne possède moi-même que deux fragments de cette espèce, et ils proviennent tous deux du gisement de Fontainieu, où ils ont été recueillis dans des calcaires marneux, dépendant plutôt des calcaires à *Hippurites galloprovincialis* que des couches supérieures, qui paraissent manquer dans ce gisement. Il est bon de rappeler à ce sujet que les couches de Fontainieu ne sont que le prolongement des couches du Val d'Aren, et que, dans cette partie du bassin du Beausset, la Craie supérieure, très tourmentée, y est parfois réduite à des couches très inclinées et fort minces, où le mélange d'espèces de niveaux différents ne peut être évité. M. Peron possède également un fragment d'*Am. syrtalis*, recueilli par l'abbé Michalet à Rouve, et non au Castellet, comme l'avait pensé M. de Grossouvre; or, ce gisement de Rouve fait

partie du massif du Val d'Aren et du Vieux-Beausset et se trouve par conséquent dans les mêmes conditions que tous les dépôts sénoniens de cette région ; de plus, à Rouve, les terres sont à peine maintenues par des murs de soutènement, dont les matériaux ont été pris un peu partout par les habitants ; la succession des faunes ne peut donc pas être étudiée avec assez de précision dans un terrain aussi bouleversé, et où d'ailleurs des renversements peuvent très bien exister.

Quoiqu'il en soit, j'admets parfaitement qu'au Beausset comme aux Corbières l'*Am. syrtalis* monte jusque dans les calcaires à *Hipp. dilatatus* ; il n'y a rien d'étonnant, puisque le même fait se représente dans les Charentes. En Allemagne, Schlüter cite également cette espèce, d'après Brauns, dans la Craie supérieure de Salzberg, près Quedlinburg, qu'il place dans la zone à *Marsupites* et à *Micraster coranguinum* ; mais, si on consulte la liste des fossiles, qui accompagnent dans cette région l'*Am. syrtalis*, on voit qu'elle ne comprend ni *Marsupites*, ni *Micraster coranguinum* et très peu d'espèces de cette zone, tandis que presque toutes les autres espèces citées appartiennent aux zones supérieures, comme : *Caillanassa antiqua*, *Scaphites Rœmeri*, *Turritella sexlineata*, *Pholadomya elliptica*, *Phol. caudata*, *Goniomya designata*, *Cardium tubuliferum*, *Modiola radiata*, *Inoceramus Cripsi*, *Lima canalifera*, *Lima semisulcata*, *Pecten septemplex*, *Ostrea laciniata*, etc., et enfin *Belemnitella quadrata*. D'après cette faune, il semblerait donc que la Craie à *Am. syrtalis* de Salzberg devrait occuper un niveau un peu plus élevé que celui de la Craie à *Micraster coranguinum*.

Mais M. de Grossouvre vient de me faire connaître qu'à Salzberg les couches à *Am. Texanus* sont recouvertes par les couches à *Am. syrtalis* et *Am. clypealis*, espèces qui se retrouvent au-dessus dans le Limbourg, et que ce n'est que plus haut que l'on rencontre les fossiles du niveau de Dülmen, qui correspond à la zone P¹ des Charentes. S'il en est ainsi, les deux zones de l'*Am. syrtalis* existeraient également en Allemagne, la Craie de Salzberg représenterait alors la zone inférieure et la Craie du Limbourg la zone supérieure (Campanien), de sorte que la succession des zones d'Ammonites serait absolument la même en Allemagne qu'aux Corbières, en Provence et dans les Charentes, et, dans toutes ces régions, la zone supérieure à *Am. syrtalis* supporterait une nouvelle zone qui correspondrait bien à la Craie de Dülmen, P¹ de M. Arnaud, ou zone à *Am. bidorsatus*, *Scaphites binodosus*, *pyrina Petrocoriensis* et *Schizaster atavus*.

La *Lima ovata*, que l'on rencontre en abondance au-dessous des calcaires à *Nerinea bisulcata* du Castellet et du Moutin, est, avec

Am. syrtalis, un des arguments sur lesquels on voudrait encore s'appuyer pour maintenir toutes ces couches dans le Santonien. Or, le type de cette espèce établie par Nilsson provient de la Craie à *Belemnitella mucronata* du Sud de la Suède; elle a été ensuite signalée par Rømer un peu plus bas, dans la zone à *Belemnitella quadrata* d'Ilsenburg, que Schlüter classe encore dans son Ober-Senon. La *Lima ovata* se trouverait donc à peu près au même niveau en Allemagne qu'au Beausset.

Il est vrai que M. de Grossouvre prétend l'avoir reconnue parmi les nombreuses Limes de la craie de Villedieu; mais elle doit y être très rare, car j'ai recueilli moi-même à Saint-Paterne et à La Ribochère une très belle série de fossiles des différentes zones de la Craie de Villedieu et je n'y ai vu aucune Lime qui puisse être rapportée à la *Lima ovata*. Dans les Corbières, cette Lime paraît également se trouver à un niveau inférieur à celui qu'elle occupe en Suède, en Allemagne et en Provence; on la rencontre particulièrement à la base des grès de Sougraigne, dans des bancs assez durs, pétris de *Janira quadricostata*, et où commence à paraître l'*Am. syrtalis*; elle se retrouve encore dans les couches moyennes de Sougraigne, où foisonnent les Turritelles, les Trochus, les Cérithes, les Crassatelles et au milieu desquelles sont intercalés les bancs d'*Hipp. bioculatus*, mais elle y est très rare et elle disparaît complètement dans les marnes bleues supérieures à *Tellina Venei* de Sougraigne et du moulin Tiffon.

On voit que la *Lima ovata* se trouve, comme l'*Am. syrtalis*, dans plusieurs zones différentes, et que, par conséquent, ni l'une ni l'autre ne peuvent servir à caractériser une zone. La présence de ces deux espèces dans les couches supérieures du Beausset et des Corbières se trouve ainsi parfaitement justifiée et ne modifie en rien la concordance que j'ai établie dans la succession des faunes des différentes régions. Je maintiens donc que les couches à *Hipp. dilatatus* du Beausset, des Corbières et des Charentes occupent un niveau supérieur à celui de la troisième zone de la Craie de Villedieu et que leur âge est très bien déterminé par l'ensemble de la faune et par la position qu'elles occupent au-dessus d'une série d'assises, qui représentent incontestablement les zones à *Micraster cortestudinarium* et *Mic. coranguinum* du bassin de Paris. Dans ces conditions, pourquoi ces couches, qui, indépendamment de leur faune spéciale de Rudistes et de Polypiers, renferment un grand nombre d'espèces des zones à *Belemnitella quadrata* et *Bel. mucronata*, n'appartiendraient-elles pas au Sénonien supérieur ou Campanien, et dans le bassin de Paris quelles pourraient être

l'équivalent de ces nombreuses assises de Sougraigne, du Castellet, de La Cadière et du Moutin, si ce n'est la Craie à Bélemnites qui recouvre directement la Craie à *Micraster coranquinum* ?

On m'objectera peut-être que la Craie à Hippurites du Beausset et des Corbières peut être considérée comme un magnifique épanouissement de la Craie de Villedieu. Cette théorie a déjà été appliquée sans succès à toute la Craie supérieure des Charentes, et je ne comprends pas qu'on essaye aujourd'hui d'y revenir dans une région où la succession des zones est absolument identique.

Les considérations invoquées pour classer dans le Santonien les calcaires à *Hippurites dilatatus* du Beausset et des Corbières ne reposent donc sur aucune preuve stratigraphique ou paléontologique sérieuse. Tout récemment M. de Grossouvre croit avoir découvert un nouvel appui dans un mémoire de M. de Saporta, dont les conclusions, basées sur l'étude de quelques végétaux, tendraient à nous faire revenir à la classification et au parallélisme d'Hébert, et à replacer, par conséquent, dans le Turonien, les zones à *Am. Ewaldi*, *Am. Emscheris*, *Am. texanus* et *Am. syrtalis* des Corbières et de la Provence, que M. de Grossouvre a reconnu lui-même comme sénoniennes. Je regrette beaucoup que notre éminent confrère n'ait pas pris en plus sérieuse considération les motifs qui m'avaient engagé à modifier la composition du Turonien du Midi ; j'ai d'ailleurs montré plus haut que, loin de m'être défavorable, l'étude de la flore du Beausset me fournissait, au contraire, de nouvelles preuves en faveur de mon opinion. Je me contenterai d'ajouter que, dans tous les cas, il n'est pas admissible que la présence de quelques rares végétaux dans certaines couches puissent primer aujourd'hui toute autre considération paléontologique et stratigraphique, et il me suffira de signaler l'inconvénient qu'il y a à ne tenir compte que de l'étude comparative de la flore, en faisant remarquer qu'elle a eu pour résultat de faire placer au niveau des Lignites de Fuveau les couches de Gosau, que tous les géologues reconnaissent aujourd'hui comme contemporaines des calcaires à *Hippurites dilatatus* de Sougraigne et du Beausset, tandis que les couches supérieures à ces calcaires à *Hippurites*, qui, au Beausset, renferment les végétaux, seraient considérées comme beaucoup plus anciennes par M. de Saporta.

Cette contradiction est la conséquence d'un parallélisme basé sur un fait isolé et non sur des considérations générales plus étendues. Pour être aussi complète que possible, l'étude des couches à Hippurites doit embrasser toutes les régions où la succession des zones a été bien établie, et c'est par la comparaison judicieuse

des faunes et des coupes qu'on est en droit de tirer des conclusions sur l'âge de ces couches. Or, les parallélismes proposés par MM. de Grossouvre et de Saporta ne sont basés que sur l'examen de quelques espèces, spéciales à certains gisements, ou d'une extension verticale beaucoup trop grande pour caractériser une zone, et les nombreux arguments stratigraphiques ou paléontologiques qui m'ont fait classer dans le Campanien les couches supérieures du Sénonien du Beausset et des Corbières, ne sont pas même discutés pas mes savants confrères.

Il y a cependant certaines considérations stratigraphiques qui mériteraient une attention toute particulière; je ne veux pas rappeler ici toutes les preuves que j'ai déjà données à ce sujet, je me contenterai de citer un fait qui montrera toute l'importance de mon observation. Les travaux de Leymerie, Hébert et ceux plus récents de MM. Peron et Roussel, ont fixé d'une façon définitive l'âge des couches sénoniennes et daniennes de la Haute-Garonne; tous sont d'accord pour classer dans le Maestrichtien le calcaire nankin à *Hemipneustes* de Leymerie et dans le Sénonien supérieur les calcaires marneux sous-jacents à *Ostrea vesicularis* var. *spissa* Leym., identique à celle de la montagne des Cornes, et associée ici à *Ostrea larva*, *Rhynch. Eudesi*, *Rhynch. difformis*, *Janira striatocostata*, *Inoc. Cripsi*, *Echinoconus gigas*, *Offaster pilula* et *Micraster glyphus*. Il a été également reconnu que ces couches campaniennes se raccordaient dans les Corbières avec les grès et marnes de Sougraigne et que, comme ces derniers, elles renfermaient des bancs de Rudistes et de Polypiers. La faune de ce dépôt coralligène de Paillon, située au milieu des calcaires marneux de St-Martory, est même si voisine de celle de la montagne des Cornes que Leymerie avait toujours considéré ce dépôt comme une colonie turonienne transportée dans un milieu plus récent. Mais M. Peron a parfaitement démontré que ce gisement de Paillon n'était ni un dépôt accidentel, ni un produit de remaniement, ni un retour d'une faune localement éteinte et formant colonie, mais bien un niveau coralligène, intercalé dans le Sénonien supérieur, tout-à-fait analogue à ceux de la Craie à Hippurites de tout le Midi de la France, et il le parallélise avec raison, comme je l'avais déjà prévu en 1882, avec les calcaires à *Hipp. bioculatus* des Corbières et avec les couches à Hippurites de Bénaix et de St-Sirac.

De même dans le bassin d'Uchaux, sur la rive droite du Rhône, M. de Sarran d'Allard a montré que le niveau supérieur à Hippurites de Bagnols et de Vénéjean correspondait bien aux calcaires à Hippurites de Piolenc. J'ai dernièrement eu l'occasion d'examiner

une belle série de fossiles de ces deux gisements et aujourd'hui je suis convaincu que les deux faunes sont bien contemporaines; or, il ne faut pas perdre de vue qu'elles renferment les espèces les plus caractéristiques des couches supérieures de la Dordogne, telles que *Radiolites cylindraceus*, *Hipp. radiosus*, *Ostrea acutirostris*.

Comment MM. de Grossouvre et de Saporta vont-ils donc concilier tous ces faits avec leur classification? Si le Sénonien supérieur ou Campanien n'a pas de représentant dans les couches à Hippurites du Midi, on va se trouver en présence de sérieuses contradictions au double point de vue stratigraphique et paléontologique et, comme les couches fluvio-lacustres à lignites, qui les recouvrent, contiennent encore, dans certaines régions, des dépôts d'Hippurites, on devra, pour être logique, prolonger de nouveau le Santonien qui finira par absorber ainsi toute la Craie supérieure jusqu'au Garumnien.

En somme, j'espère avoir suffisamment démontré que, depuis la publication de mes études sur la Craie supérieure, les nouvelles recherches ont eu plutôt pour résultat de confirmer qu'elles ont modifié les parallélismes et la classification que j'ai établis; et je ne crois pas que la présence ou l'absence de quelques rares espèces dans l'une ou l'autre zone ait une valeur suffisante pour détruire la concordance qui me paraît exister dans l'ensemble des zones des différentes régions.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau ci-joint, pour reconnaître que les parallélismes établis reposent sur une étude détaillée des différentes zones, et particulièrement sur la succession des faunes d'Ammonites et d'Echinides. Les derniers travaux de M. de Grossouvre concordant avec mes propres observations, j'ai continué à faire commencer le Sénonien avec la Craie de Villedieu, en plaçant naturellement en regard les zones qui lui correspondent dans les autres régions. Les recherches de MM. Péron et Lambert ayant démontré que la Craie de Vervins était plutôt turonienne que sénonienne, j'ai limité le Sénonien du bassin de Paris avec la zone à *Micraster cortestudinarium* et *Inoceramus involutus*, qui renferme, d'ailleurs, l'*Am. Moureti* de Grossouvre (= cf. *tridorsatus* Schlüter), espèce caractéristique de la zone la plus inférieure de la Craie de Villedieu.

En Allemagne, Schlüter, tout en adoptant les grandes divisions de d'Orbigny, a placé en dehors du Sénonien des couches qui représentent incontestablement la Craie de Villedieu, base du Sénonien de d'Orbigny, de sorte que cet étage ne commencerait en Allemagne qu'avec la partie supérieure de la Craie à *Micraster*.

SOUS ÉTAGES		ZONES.	Provence.	Corbières.	Charentes.	Touraine	Bassin de Paris	Nord de l'Allemagne.
CAMPANIEN	SUPÉRIEUR	à <i>Am. Gallici</i> , <i>Am. epiplectus</i> , <i>Belem. mucronata</i> , <i>Micr. Brongniarti</i> .	Calc. marneux avec <i>Am. cf. Gallici</i> , <i>Nerinea bisulcata</i> , <i>Hipp. af. radiosus</i> , <i>Tellina Venei</i> , <i>Ost. semiplana</i> , <i>Ost. Talmonti</i> , <i>Rhynch. Eudesi</i> , <i>Hemiaster regulusanus</i> , <i>Cid. pleuracantha</i> .	Marnes bleues du Moulin Tiffon et de Sougraigne avec <i>Tellina venei</i> , <i>Turritella multistriata</i> , <i>Turritiles acuticostatus</i> .	P ³ Calc. avec <i>Pachydiscus epiplectus</i> , <i>Baculites anceps</i> , <i>Turritiles acuticostatus</i> , <i>Nerinea bisulcata</i> , <i>Ostrea semiplana</i> , <i>Ost. Talmonti</i> , <i>Rhynch. Eudesi</i> , <i>Offaster pilula</i> .		Craie de Meudon et d'Épernay avec <i>Belem. quadrata</i> , <i>Micr. Brongniarti</i> , <i>Offaster pilula</i> , <i>Cidaris pleuracantha</i> , <i>Goniopygus minor</i> .	Craie de Haldem et Lemförde avec <i>Am. Gallici</i> , <i>Am. Willekindi</i> , <i>Bac. anceps</i> , <i>Bel. mucronata</i> .
		à <i>Am. Stobæi</i> , <i>Belem. mucronata</i> , <i>Goniotenthis quadrata</i> , <i>Micr. glyphus</i> , <i>Cid. cretosa</i> .	Marnes grises et bleues avec <i>Ostrea Matheroni</i> , <i>Ost. frons</i> , <i>Lima ovata</i> , <i>Lima decussata</i> , <i>Pholadomya Esmarkii</i> , <i>Terebratulita Nanclasi</i> , <i>Cidaris cretosa</i> , <i>Hem. regulusanus</i> , <i>Goniopygus minor</i> .	Grès marneux jaunâtres avec <i>Am. af. Stobæi</i> , grandes <i>Turritelles</i> et <i>Cerithes</i> (partie supérieure des grès de Sougraigne au dessus du dernier banc à <i>Hipp. bioculatus</i>).	P ² Calc. à <i>Goniotenthis quadrata</i> , <i>Ostrea Matheroni</i> , <i>Ost. frons</i> , <i>Salenia Heberti</i> .		Craies de Reims et de Sens avec <i>Goniotenthis quadrata</i> , <i>Lima decussata</i> , <i>Micraster glyphus</i> , <i>Salenia Heberti</i> , <i>Cidaris cretosa</i> .	Craie de Coesfeld et d'Ilseburg avec <i>Am. Stobæi</i> , <i>Goniotenthis quadrata</i> , <i>Lima ovata</i> , <i>Lima decussata</i> , <i>Pholadomya Esmarkii</i> , <i>Micr. glyphus</i> , <i>Hem. regulusanus</i> , <i>Salenia Heberti</i> , <i>Cidaris cretosa</i> .
	INFÉRIEUR	à <i>Am. bidorsatus</i> , <i>Scaphites binodosus</i> , <i>Goniot. quadrata</i> , <i>Pyrina petrocoriensis</i> , <i>Schizaster atavus</i> , <i>Micr. fastigatus</i> .	Grès et marnes avec flore du Beausset, et calc. marneux à <i>Hipp. dilatatus</i> , <i>Hipp. floridus</i> , <i>Hipp. galloprovincialis</i> , <i>Rad. squamosa</i> , <i>Turrit. sexlineata</i> , <i>Ostrea Merceyi</i> , <i>Proboscina Toucasi</i> , <i>Schizaster atavus</i> , <i>Cyph. subnudum</i> , <i>Cyph. corollare</i> , <i>Lacuzina compressa</i> .	Calc. à <i>Hipp. bioculatus</i> , <i>Hipp. dilatatus</i> , <i>Inoc. Cripsi</i> , <i>Turritella sexlineata</i> , <i>Pyrina petrocoriensis</i> (couches supérieures à <i>Hipp. bioculatus</i> de Sougraigne et de la Montagne des Cornes).	P ¹ Calc. et grès à <i>Scaphites binodosus</i> , <i>Pyrina petrocoriensis</i> , <i>Schizaster atavus</i> , <i>Lacuzina compressa</i> .		Craie de Reims, de Sens et de Beauvais, avec <i>Goniot. quadrata</i> , <i>Ostrea Merceyi</i> , <i>Ost. vesicularis</i> , <i>Proboscina Toucasi</i> , <i>Micraster fastigatus</i> .	Craie de Dülmén avec <i>Am. bidorsatus</i> , <i>Scaphites binodosus</i> , <i>Goniot. quadrata</i> , <i>Turritella sexlineata</i> , <i>Inoc. Cripsi</i> .
		à <i>Am. syrtalis</i> , <i>Goniot. quadrata</i> , <i>Micr. fastigatus</i> , <i>Ostrea vesicularis</i> .	Calc. marneux avec <i>Am. syrtalis</i> , <i>Hipp. galloprovincialis</i> , <i>Hipp. dilatatus</i> , <i>Hipp. Toucasi</i> , <i>Hipp. socialis</i> , <i>Rad. Toucasi</i> , <i>Rad. acuticostata</i> , <i>Toucasia Toucasi</i> , <i>Pholadomya elliptica</i> , <i>Ostrea caderensis</i> , <i>Cyphos. microtuberculatum</i> , <i>Leiosoma meridanense</i> , <i>Phlostoma Toucasi</i> et banc à <i>Ostrea vesicularis</i> , <i>Gervilia selenoides</i> à la base.	Grès et calc. avec <i>Am. syrtalis</i> , <i>Hipp. bioculatus</i> , <i>Hipp. dilatatus</i> , <i>Hipp. Toucasi</i> , <i>Hipp. organisans</i> , <i>Turritella sexlineata</i> , <i>Pholadomya elliptica</i> , <i>Ostrea caderensis</i> , banc de grès à <i>Ostrea vesicularis</i> var. <i>spissa</i> à la base.	N ² Calc marneux avec <i>Am. syrtalis</i> , <i>Hipp. bioculatus</i> , <i>Hipp. dilatatus</i> , <i>Toucasia Toucasi</i> , <i>Ostrea caderensis</i> , <i>Hemipneustes tenuiporus</i> , <i>Cyphosoma microtuberculatum</i> . N ¹ Banc à <i>Ostrea vesicularis</i> .			Craie du Limbourg avec <i>Am. syrtalis</i> , <i>Am. clypealis</i> et craie de Haltern avec <i>Pecten muricatus</i> , <i>Turritella sexlineata</i> .
SANTONIEN	SUPÉRIEUR	à <i>Am. texanus</i> , <i>Am. syrtalis</i> , <i>Actinoc. verus</i> , <i>Micr. coranguinum</i> et <i>Marsupites</i> .	Grès et marnes sableuses avec <i>Am. texanus</i> , <i>Actinoc. verus</i> , <i>Hipp. corbaricus</i> , <i>Janira quadricostata</i> , <i>Ostrea proboscidea</i> , <i>Rhynchonella difformis</i> , <i>Pyrina ovulum</i> , <i>Cardiaster tenuiporus</i> , <i>Botriop. Toucasi</i> , <i>Nucleolites minimus</i> , <i>Cid. clavigera</i> , <i>Cid. pseudopistillum</i> , <i>Salenia Bourgeoisii</i> , <i>Bourgueticrinus ellipticus</i> , <i>Pentacrinus carinatus</i> et nombreux bryozoaires.	Grès avec <i>Am. syrtalis</i> , <i>Am. corbaricus</i> , <i>Janira quadricostata</i> , <i>Ostrea proboscidea</i> , <i>Pyrina ovulum</i> , <i>Cidaris pseudopistillum</i> , <i>Lima ovata</i> .	M ² Calc. marneux avec <i>Am. texanus</i> , <i>Am. syrtalis</i> , <i>Hipp. sarthacensis</i> , <i>Spondylus truncatus</i> , <i>Rhynch. difformis</i> , <i>Cardiaster tenuiporus</i> , <i>Pyrina ovulum</i> , <i>Nucleolites minimus</i> , <i>Botriopygus Toucasi</i> , <i>Salenia Bourgeoisii</i> , <i>Bourgueticrinus ellipticus</i> .	Calc. avec <i>Am. syrtalis</i> , <i>Hipp. sarthacensis</i> , <i>Lima ovata</i> , <i>Spondylus truncatus</i> , <i>Ostrea proboscidea</i> , <i>Ost. santonensis</i> , <i>Cardiaster tenuiporus</i> , <i>Pyrina ovulum</i> , <i>Nucleolites minimus</i> , <i>Salenia Bourgeoisii</i> , <i>Bourgueticrinus ellipticus</i> , <i>Pentacrinus carinatus</i> .	Craie de Beauvais à <i>Marsupites</i> et <i>Micr. coranguinum</i> et craie de St-Omer avec <i>Actinoc. verus</i> , <i>Micraster coranguinum</i> , <i>Cidaris clavigera</i> .	Marnes de Salzberg avec <i>Am. syrtalis</i> , <i>Am. clypealis</i> et marnes sableuses de Becklinghausen avec <i>Marsupites ornatus</i> , <i>Actinocamax verus</i> , <i>Micraster coranguinum</i> .
		à <i>Am. texanus</i> , <i>Inoc. digitatus</i> , <i>Micr. coranguinum</i> .	Marnes bleues et calc. marneux avec <i>Am. texanus</i> , <i>A. Pailletei</i> , <i>Inocer. digitatus</i> , <i>Micraster</i> , <i>Cidaris clavigera</i> , <i>Cid. pseudopistillum</i> , <i>Cid. sceptrifera</i> , et nombreux spongiaires.	Marnes bleues et calc. marneux avec <i>Am. texanus</i> , <i>A. Pailletei</i> , <i>A. pyrenais</i> , <i>Inoc. digitatus</i> , <i>Ostrea santonensis</i> , <i>Echinocorys ovata</i> , <i>Micr. cf. coranguinum</i> , <i>Cid. clavigera</i> , <i>Cid. sceptrifera</i> , <i>Cid. pseudopistillum</i> .	M ¹ Calc. très marneux avec <i>Am. texanus</i> , <i>Ostrea santonensis</i> , <i>Spondylus santonensis</i> , <i>Micraster</i> , <i>Cidaris pseudopistillum</i> .		Craie de Sens et de Lezennes avec <i>Am. texanus</i> , <i>Inoc. digitatus</i> , <i>Ost. santonensis</i> , <i>Micr. coranguinum</i> .	Marnes d'Emsch avec <i>Am. texanus</i> , <i>Am. Margæ</i> , <i>A. Emscheris</i> , <i>A. tricarinatus</i> , <i>A. Moureti</i> , <i>Inoc. digitatus</i> , <i>Inoc. involutus</i> , <i>Micr. coranguinum</i> , <i>Micr. cortestudinarium</i> .
	INFÉRIEUR	à <i>Am. Emscheris</i> , <i>Am. tricarinatus</i> , <i>Micr. brevis</i> , <i>Micr. turonensis</i> , <i>Micr. cortestudinarium</i> , <i>Cid. Jouannetti</i> .	Grès et calc. marneux avec <i>Am. tricarinatus</i> , <i>Hipp. Zitteli</i> , <i>Spondylus spinosus</i> , <i>Trigonia limbata</i> , <i>Micr. brevis</i> , <i>Micr. Matheroni</i> , <i>Echinocorys striata</i> , <i>Cyphosoma magnificum</i> .	Grès et marnes avec <i>Am. Emscheris</i> , <i>A. tricarinatus</i> , <i>A. serrato-marginatus</i> , <i>A. gosavicus</i> , <i>A. Pailletei</i> , <i>Spondylus spinosus</i> , <i>Micr. brevis</i> , <i>Micr. Matheroni</i> , <i>Echin. striata</i> , <i>Cidaris Jouannetti</i> , <i>Cyphosoma magnificum</i> , <i>Semicythis disparilis</i> .	L Calc. avec <i>Am. Emscheris</i> , <i>A. tricarinatus</i> , <i>Trigonia limbata</i> , <i>Micr. turonensis</i> , <i>Cidaris Jouannetti</i> .	Calc. avec <i>Am. Emscheris</i> , <i>Micraster turonensis</i> , <i>Cid. Jouannetti</i> , <i>Cyphosoma magnificum</i> , <i>Semicythis disparilis</i> .	Craie de Sens et de Lezennes avec <i>Am. Moureti</i> , <i>Am. tricarinatus</i> , <i>Inocer. involutus</i> , <i>Micr. cortestudinarium</i> , <i>Epiaster gibbus</i> .	
		à <i>Tissotia Ewaldi</i> , <i>Am. tricarinatus</i> , <i>A. Haberfellneri</i> , <i>Rhynchonella petrocoriensis</i> , <i>Micr. cortestudinarium</i> .	Calc. et grès avec <i>Hipp. giganteus</i> , <i>Rhynch. petrocoriensis</i> , <i>Trigonia limbata</i> .	Calc. avec <i>Tissotia Ewaldi</i> , <i>Rhynch. petrocoriensis</i> , <i>Cyphosoma Archiaci</i> , <i>Cidaris gibberula</i> .	K Marnes et calcaires avec <i>Tissotia Ewaldi</i> , <i>A. Haberfellneri</i> , <i>Rhynch. petrocoriensis</i> .	Calc. avec <i>Tissotia Ewaldi</i> , <i>A. tricarinatus</i> , <i>A. Haberfellneri</i> , <i>A. Moureti</i> .		
Angoumien.	Grès et calcaires à <i>Hipp. petrocoriensis</i> et <i>Birad. cornupastoris</i> .	Grès et calc. à <i>Hipp. petrocoriensis</i> , <i>Hipp. inferus</i> et <i>Hipp. (A) sp. nov.</i>	I Grès et calcaires à <i>Hipp. petrocoriensis</i> , et <i>Birad. cornupastoris</i> .	Calc. à <i>Am. Requieri</i> , <i>Am. peramplus</i> et <i>Birad. cornupastoris</i> .	Craie de Vervins avec <i>Am. peramplus</i> , <i>Scaphites Geinitzi</i> , <i>Holaster planus</i> .	Cuvieri-Pläner avec <i>Am. peramplus</i> , <i>Scaphites Geinitzi</i> , <i>A. tricarinatus</i> .		

coranguinum. Pour être logique, je continuerai donc à paralléliser l'Emscher Mergel de Schlüter avec la Craie à *Micraster cortestudinarium* et la zone inférieure de la Craie à *Micraster coranguinum* du bassin de Paris. Quant au Cuvieri-Plæner, je le maintiens dans le Turonien supérieur au niveau de la Craie de Vervins, tout en faisant remarquer cependant que la faune a un peu plus d'affinité avec celle de la Craie de Villedieu.

RÉVISION DES HIPPURITES

Bien que les bancs de Rudistes soient considérés comme des dépôts tout à fait accidentels au milieu de la Craie supérieure, et que les beaux travaux de M. Peron nous aient montré combien est variable la faune hippuritique des divers gisements, et combien est inconstante la station des espèces, il ne faudrait pas pour cela en conclure qu'on ne doit tenir aucun compte des Rudistes dans l'étude des faunes des différentes assises. N'oublions pas que, dans certaines régions, ces dépôts de Rudistes ont envahi les couches sur une très grande épaisseur et qu'on ne trouve pas d'autres éléments pour fixer l'âge de ces couches. Si l'on pouvait établir une succession dans la faune des Rudistes, elle serait d'un grand secours pour débrouiller la stratigraphie de ces régions; mais il est indispensable pour cela que cette faune soit mieux connue.

La révision des Hippurites, que M. Douvillé (1) a si remarquablement bien commencée, va, à cet effet, jeter un jour nouveau sur la fraction la plus importante de la grande famille des Rudistes. Possédant moi-même une belle série d'Hippurites provenant du Beusset et des Corbières, je l'ai soumise à l'examen de M. Douvillé, qui a bien voulu contrôler mes déterminations, et me permettre de fixer ainsi, d'une manière plus précise, l'âge de la plus grande partie des Hippurites. Je lui adresse ici mes remerciements les plus sincères pour l'empressement avec lequel il m'a communiqué tous les renseignements qu'il savait pouvoir m'être de quelque utilité.

En attendant le résultat des études entreprises par mon savant confrère, j'ai provisoirement classé les Hippurites en quatre grands groupes, correspondant aux quatre formes de l'arête cardinale :

(1) Douvillé. *Révision des Hippurites*, 1890, *Mém.Soc. géol. de Fr., Pal.*, t. I, fasc. III, mém. n° 6.

- 1° Groupe de l'*Hippurites corbaricus*, à arête cardinale lamelleuse et très allongée.
 2° d° *Toucasii*, à arête cardinale triangulaire et plus ou moins saillante.
 3° d° *dilatatus*, à arête cardinale très courte, presque à l'état rudimentaire.
 4° d° *bioculatus*, dépourvu d'arête cardinale.

1° GROUPE DE L'HIPPURITES CORBARICUS

(Arête cardinale lamelleuse et très allongée).

Caractères internes. — Arête cardinale lamelleuse, plus ou moins mince, fortement allongée et très en saillie dans l'intérieur de la coquille; les deux piliers arrondis et très inégaux : le premier, le plus rapproché de l'arête cardinale, est assez robuste et toujours plus ou moins court; le deuxième, très saillant comme l'arête cardinale, se rattache au bord cardinal par une base constamment plus rétrécie et plus ou moins grêle.

Caractères externes. — Valve inférieure de forme très variable, cylindrique, cylindro-conique ou même tout à fait conique, toujours ornée de côtes arrondies ou plus ou moins anguleuses, fines ou plus ou moins fortes, coupées par des lamelles d'accroissement plus ou moins marquées. La distance entre le sillon correspondant à l'arête cardinale et le sillon correspondant au second pilier varie du $\frac{1}{5}$ au $\frac{1}{8}$ du pourtour. Valve supérieure operculiforme, à peu près plane, parfois un peu convexe ou même un peu concave, couverte de canaux rayonnants, à paroi externe très mince, percée d'abord d'un premier réseau de pores irréguliers s'élargissant en entonnoir du côté externe, de façon à former sur la surface supérieure de la valve un deuxième réseau de pores secondaires ou porules plus ou moins fins.

Ce premier groupe, caractérisé particulièrement par une arête cardinale lamelleuse et allongée, comprend les espèces suivantes :

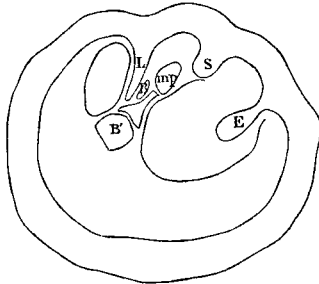
		<i>Hippurites petrocoriensis</i> Douvillé.
1 ^{er} sous-groupe	} Pores réticulés, premier pilier court et non pédiculé. }	d° <i>corbaricus</i> Douvillé.
		d° <i>galloprovincialis</i> Matheron.
		d° <i>Moulinsi</i> d'Hombres-Firmas.
		d° (<i>D</i>) sp. nov.
2 ^e sous-groupe	} Pores réticulés, premier pilier long et pédiculé. }	d° <i>giganteus</i> d'Hombres-Firmas.
		d° <i>gosaviensis</i> Douvillé.
		d° <i>inferus</i> Douvillé.
3 ^e sous-groupe	} Pores non réticulés. }	d° <i>Zitleli</i> Mun.-Chalmas.
		d° <i>cornuvaccinum</i> Bronn.

Presque tous ces Hippurites ont été figurés et décrits d'une façon remarquable par M. Douvillé; je me contenterai donc de n'ajouter ici que quelques observations stratigraphiques.

HIPPURITES PETROCORIENSIS Douvillé.

1890. Douvillé. *Études sur les Rudistes. Mém. Pal. Soc. géol. de Fr.*, t. I, fasc. III, p. 15, Pl. I, fig. 5-6.

Fig. 1.



Section d'un *Hippurites petrocoriensis* des Calcaires angoumiens de Bugarach (Aude).

Du premier groupe, c'est l'Hippurite le plus ancien qui ait été rencontré dans le bassin du Beausset et aux Corbières; je l'ai trouvé au Beausset et à Bugarach, à la partie supérieure des calcaires à Rudistes angoumiens. Mes exemplaires présentent bien les caractères signalés par M. Douvillé: par les ornements et par la forme des piliers, ils sont très voisins de l'*Hipp. cornuvaccinum*, auquel je les avais d'abord rapportés; ils s'en distinguent par l'arête cardinale L plus robuste et plus longue dépassant la dent postérieure B, par l'apophyse myophore postérieure mp triangulaire et surtout par les pores de la valve supérieure qui sont toujours nettement réticulés.

Les échantillons types de M. Douvillé proviennent de Gourde-l'Arche et ont été recueillis dans les couches qui occupent le même niveau que les calcaires supérieurs angoumiens de la Provence et des Corbières. L'*Hipp. petrocoriensis* aurait donc commencé à paraître en même temps dans le Turonien supérieur de ces trois régions. Il paraît avoir continué à vivre pendant une grande partie de l'époque sénonienne: ainsi M. Douvillé l'aurait reconnu parmi les Hippurites de la zone à *Micraster brevis* du Val d'Aren et même parmi les Hippurites que M. Carez a rapportés de la Montagne des Cornes.

HIPPURITES CORBARICUS Douvillé.

1890. Douvillé. *Études sur les Rudistes. Mém. Pal. Soc. géol. de Fr.*, tome I, fasc. III, p. 9, Pl. II, fig. 1-4.

Cette espèce, comme la précédente, avait été jusqu'à ce jour confondue à tort avec l'*Hipp. cornuaccinum*, et M. Douvillé a eu le mérite de faire ressortir les caractères qui différencient ces trois espèces. Au moyen des caractères internes et particulièrement de la forme du second pilier et de l'arête cardinale, il sera toujours facile de distinguer l'*Hipp. corbaricus*; cette découverte a une certaine importance, parce que cette dernière espèce semble caractériser un niveau assez bien déterminé. M. Douvillé indique que les échantillons types proviennent des environs de Bugarach, sans avoir aucun renseignement précis sur la faune qui les accompagne; il ajoute que l'*Hipp. corbaricus* ne paraît pas avoir été rencontré dans les couches à *Hipp. bioculatus*, mais il l'a reconnu parmi les Hippurites de Bénéaix (Ariège). Mes recherches personnelles me permettent d'affirmer que cette espèce importante se trouve bien à la Montagne des Cornes et qu'à Bugarach elle occupe le même niveau au milieu des *Hipp. dilatatus* et *Hipp. bioculatus*. Je l'ai également reconnue parmi mes nombreux échantillons d'Hippurites de la zone à *Hipp. dilatatus* du Beausset; mais dans tous ces gisements elle semble être toujours très rare, son véritable niveau paraissant se trouver un peu plus bas dans des couches qui, au Val d'Aren, aux Martigues et dans les Charentes, représentent la zone à *Am. texanus*. Dans tous les cas, l'*Hipp. corbaricus* n'a pas encore été signalé au-dessous du Santonien moyen, il serait donc essentiellement sénonien et caractériserait particulièrement le Santonien supérieur.

HIPPURITES GALLOPROVINCIALIS Matheron.

1890. Douvillé. *Études sur les Rudistes. Mém. Pal. Soc. géol. de Fr.*, t. I, fasc. III, p. 14, pl. II, fig. 5.

Très voisine de l'*Hipp. corbaricus*, cette espèce s'en distingue par son arête cardinale plus courte et plus robuste, par son second pilier de forme ovale et seulement pincé à la base, tandis qu'il est arrondi et longuement pédiculé dans l'*Hipp. corbaricus*. Ces caractères sont constants et je les ai reconnus sur mes nombreux échantillons, qui proviennent tous de la zone à *Hippurites dilatatus* du

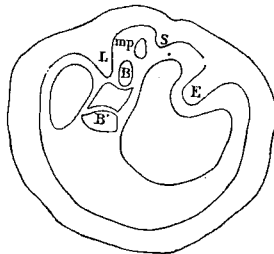
Beausset et de La Cadière. Quelques-uns, par leurs grosses côtes et les stries d'accroissement très anguleuses, se rapportent à la variété *dentata* Math., d'autres, au contraire, ont leurs côtes réduites à de simples costules et répondent bien à la variété *lata* Math.; mais comme dans tous ces échantillons les caractères internes sont absolument identiques à ceux de l'*Hipp. galloprovincialis*, il n'est pas possible de maintenir ces deux variétés comme des espèces distinctes.

L'*Hipp. galloprovincialis* paraît très répandu dans toute la Provence; il occupe toujours le même niveau et semble caractériser la base du Campanien de cette région.

HIPPURITES MOULINSI d'Hombres Firmas.

1890. Douvillé. *Études sur les Rudistes. Mém. Pal. Soc. géol. de Fr.*, t. I, fasc. III, p. 17, pl. III, fig. 1-3.

Fig. 2.



Section d'un *Hippurites Moulinsi* de la base du Campanien inférieur de La Cadière (Var).

Cette espèce diffère beaucoup, par ses caractères internes, des trois espèces précédentes. L'arête cardinale L, bien moins longue, est épaisse et arrondie à son extrémité; le premier pilier S est très court et élargi à sa base; le second pilier E, un peu plus long que l'arête cardinale, est presque aussi large à la base qu'au sommet. L'exemplaire, dont je donne la section, montre bien sur sa valve supérieure la forme des pores, telle que M. Douvillé l'a figurée; cette espèce appartient donc encore au groupe des Hippurites à pores réticulés de M. Douvillé.

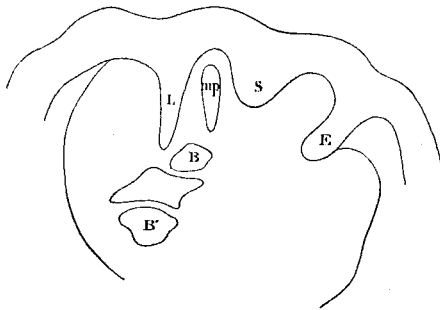
L'*Hipp. Moulinsi* a été signalé dans l'Angoumien supérieur des Charentes et des Corbières; il se trouve aux Martigues avec l'*Hipp. corbaricus* un peu au-dessus des calcaires qui renferment l'*Hipp.*

giganteus, très probablement dans des couches qui représentent le Santonien supérieur. Au Beusset, il commence à paraître dans les couches à *Micraster turonensis* du Val d'Aren et se continue dans les calcaires à Hippurites du Moulin de la Roche à la base des barres à *Hipp. galloprovincialis* de La Cadière.

Cette espèce aurait donc, comme l'*Hipp. petrocoriensis*, une assez grande extension verticale.

HIPPURITES (D.) sp. nov.

Fig. 3.



Section de l'*Hippurites* (D) sp. nov. du Campanien inférieur de La Cadière (Var).

Parmi les Hippurites provenant des calcaires à *Hipp. galloprovincialis* de La Cadière, il existe de très grands exemplaires qui me paraissent différer sensiblement de tous ceux que je viens de citer.

Caractères externes : la valve inférieure cylindro-conique est couverte de côtes longitudinales arrondies, finement costulées, variant de 2 à 7^{mm} de largeur, séparées par des sillons très étroits et coupées par de nombreuses stries irrégulières d'accroissement. La valve supérieure, à peu près plane, est sillonnée de côtes rayonnantes ayant à peine 1^{mm} de largeur, tandis que les grands canaux, qui les séparent, atteignent une largeur de 6 à 7^{mm} aux points de bifurcation de ces côtes ; les pores arrondis sont très petits et très nombreux.

Caractères internes : l'arête cardinale L est très longue et robuste ; le premier pilier S est court et très élargi à la base ; le second pilier E, à peu près aussi long que l'arête cardinale, est aussi robuste à la base qu'au sommet. La dent antérieure B', arrondie, est placée assez en avant sur le prolongement de l'arête cardinale ; la dent postérieure B, de même forme mais moins forte, dépasse l'extrémité de cette arête ; l'apophyse myophore mp, très allongée,

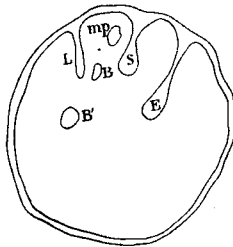
pénètre entièrement dans le golfe formé par ce pilier et l'arête cardinale.

Rapports et différences. — Cette espèce paraît être une forme intermédiaire entre l'*Hipp. galloprovincialis* et l'*Hipp. Moulinsi*. Elle a l'arête cardinale et l'apophyse myophore de la première et les piliers de la seconde ; elle se distingue des deux par ses larges canaux de la valve supérieure et par ses pores beaucoup plus fins et plus nombreux.

HIPPURITES GIGANTEUS d'Hombres Firmas.

1890. Douvillé. *Etude sur les Rudistes. Mém. Soc. géol., de Fr.*, tome I, fasc. III, p. 19, Pl. III, fig. 4-6.

Fig. 4.



Section d'un *Hippurites giganteus* du Santonien inférieur de la Montagne de Caoumé, près Toulon (Var).

Cette espèce appartient au sous-groupe à premier pilier long et pédiculé de M. Douvillé. Je n'en ai trouvé qu'un seul échantillon, à l'est du bassin du Beausset, dans les grès ferrugineux à *Micraster* de la Montagne de Caoumé ; mais il est très bien caractérisé par son arête cardinale très mince et plus courte que le second pilier, et par ses deux piliers allongés et fortement pédiculés.

Dans les Corbières, l'*Hipp. giganteus* aurait commencé à paraître un peu plus tôt dans l'Angoumien supérieur avec l'*Hipp. Moulinsi* et l'*Hipp. petrocoriensis* ; aux Martigues, il se trouve à la base des calcaires à Hippurites, immédiatement au-dessus des grès siliceux de La Mède, qui sont eux-mêmes supérieurs aux calcaires à *Biradiolites cornupastoris*. Or, dans le bassin du Beausset comme dans les Corbières, les calcaires angoumiens sont également recouverts par une puissante assise de grès siliceux roux qui supportent les quatre zones santoniennes ; il est donc fort probable qu'aux Martigues l'*Hipp. giganteus* se trouve dans des couches qui représentent

la base du Santonien ; ce parallélisme est d'ailleurs confirmé par la présence, dans ces couches, des *Rhynch. petrocoriensis* et *Trigonia limbata*, que M. Depéret y a recueillies.

A Gatigues, il doit aussi se rencontrer à peu près à ce même niveau, au-dessus de sables et de grès analogues à ceux qui, à La Mède et à Uchaux, recouvrent la zone angoumienne à *Biradiolites cornupastoris*.

Il résulte de ces considérations que cette espèce aurait une extension verticale encore assez limitée entre l'Angoumien supérieur et le Santonien inférieur.

HIPPURITES GOSAVIENSIS Douvillé.

1890. Douvillé. *Études sur les Rudistes. Mém. Pal. Soc. géol. de Fr.*, T. I, fasc. III, p. 24, fig. 13-14.

Je n'ai trouvé au Beusset aucun exemplaire pouvant se rapporter avec certitude à cette espèce, d'ailleurs très voisine de la précédente. Aux Corbières, d'après les indications de M. Douvillé, l'*Hipp. gosaviensis* existerait dans les couches à *Micraster brevis* de Bugarach, qui s'étendent longuement au Sud de ce village.

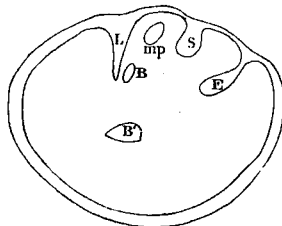
Les formes de passage entre cette espèce et l'*Hipp. giganteus*, figurées par M. Douvillé, prouvent que ces deux espèces ont dû vivre ensemble dans les mêmes couches ; il est donc fort à présumer que l'*Hipp. gosaviensis* est tout au plus du Santonien inférieur comme le précédent.

A Gosau, il occuperait d'ailleurs à peu près le même niveau à la base de la formation dans les couches à Actéonelles et à Nérinées, que M. Zittel considère encore comme la base du Santonien, dont les marnes à *Am. texanus* forment la partie supérieure.

HIPPURITES INFERUS Douvillé.

1890, Douvillé. *Etude sur les Rudistes. Mém. Pal. Soc. géol. de Fr.*, tome I, fasc. III, p. 23, Pl. II, fig. 6.

Fig. 5.

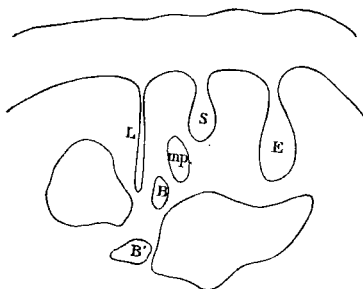


Section d'un *Hippurites inferus* de l'Angoumien de Bugarach (Aude).

J'ai recueilli, dans les calcaires angoumiens de Bugarach, la valve inférieure d'un Hippurite dont les caractères internes sont identiques à ceux de l'*Hipp. inferus*, qui paraît caractériser également l'Angoumien des Charentes : l'arête cardinale, robuste à la base, s'amincit en forme de lame allongée, de façon à lui donner un aspect un peu triangulaire; le premier pilier, moins long que l'arête cardinale, est un peu rétréci à sa base; le second pilier, à peu près de la même longueur que l'arête cardinale, est pédiculé à la base, mais moins longuement que dans l'*Hipp. giganteus*; l'apophyse myophore est robuste et arrondie. J'avais au début rapporté cet échantillon à l'*Hipp. Requiemi* Math., avec lequel il a beaucoup de rapports. Malheureusement l'*Hipp. Requiemi* est une espèce mal définie qui n'a été établie qu'avec la valve inférieure d'un individu, de sorte qu'il n'est pas possible d'affirmer l'identité de ces deux espèces. Il faudrait pouvoir comparer les échantillons de M. Douvillé avec ceux de la collection Renaud qui se trouvent à la Faculté des Sciences de Montpellier; ces derniers, pourvus de la valve supérieure, sont ferrugineux et proviennent, comme le type de M. Matheron, des grès angoumiens à *Biradiolites cornupastoris* d'Uchaux. Quant à l'*Hipp. Requiemi*, figuré par d'Orbigny dans la Paléontologie française, il se rapporte à plusieurs exemplaires d'espèces différentes n'appartenant même pas à ce groupe.

HIPPURITES ZITTELI Mun.-Chalmas.

Fig. 6.



Section d'un *Hippurites Zitteli* du Santonien inférieur du Val d'Aren, près du Beausset (Var).

Cette espèce de Gosau fait encore partie du sous-groupe à piliers pédiculés comme les trois espèces précédentes, mais elle s'en distingue par les pores de la valve supérieure qui ne sont plus réticulés. Ces pores, très fins et très nombreux, forment des séries

polygonales sur les bords de la valve seulement, ce qui lui donne quelque ressemblance avec l'*Hipp. dilatatus* ; mais elle diffère complètement de cette dernière espèce par ses caractères internes.

J'ai recueilli trois beaux exemplaires d'*Hipp. Zitteli* dans les couches à *Micraster turonensis* du Val d'Aren ; ils sont de très grande taille et pourvus de leur valve supérieure bien conservée ; sur un échantillon on voit bien les deux oscules elliptiques, étroits et très éloignés du bord.

Cette espèce paraît caractériser les couches moyennes du Santonien.

HIPPURITES CORNUVACCINUM BRONN.

1890. Douvillé. *Etude sur les Rudistes. Mém. Pal. Soc. géol. de Fr.*, tome I, fasc. III, p. 6, Pl. I, fig. 1-4.

Grâce à l'obligeance de M. Zittel, qui a bien voulu me remettre quelques bons exemplaires de Rudistes de la Craie supérieure d'Untersberg, près de Salzbourg, j'ai pu examiner en détail les caractères de cette espèce intéressante, qu'on avait si souvent citée en France, et j'ai pu me convaincre qu'elle était bien spéciale au gisement d'Untersberg et que, tout en appartenant encore à mon premier groupe par ses caractères internes, elle en différait par ses pores non réticulés et voisins de ceux de l'*Hipp. Zitteli*.

Quant au niveau qu'elle occupe à Untersberg, il est bien déterminé par la faune qui l'accompagne : *Hipp. Toucasi*, *Radiolites angeoides*, *Biradiolites acuticostatus* et une grande partie de la faune de Sougraigne. On peut donc dire que l'*Hipp. cornuvaccinum* est contemporain des *Hipp. galloprovincialis*, *Hipp. bioculatus*, *Hipp. dilatatus*, et qu'il caractérise par conséquent le Campanien inférieur.

2^o GROUPE DE L'HIPPURITES TOUCASI

(Arête cardinale triangulaire et plus ou moins saillante).

Caractères internes. — Arête cardinale triangulaire, épaisse à la base et plus ou moins aigüe à son extrémité ; les deux piliers arrondis, assez robustes et plus ou moins inégaux : le premier pilier, toujours le plus court, n'est jamais rétréci à la base ; le second pilier, semblable au premier, est peu ou point rétréci à la base.

Caractères externes. — Valve inférieure de forme variable, le plus souvent cylindro-conique ou en cône assez allongé, ornée de stries

longitudinales ou de côtes plus ou moins anguleuses, fines ou plus ou moins fortes, et souvent coupées par des lamelles d'accroissement plus ou moins marquées. La distance entre le sillon correspondant à l'arête cardinale et le sillon correspondant au second pilier varie du $\frac{1}{3}$ au $\frac{1}{5}$ du pourtour.

Valve supérieure plane ou convexe, pourvue au-dessus des piliers et près du bord de deux oscules ou échancrures plus ou moins allongées, sillonnée de canaux rayonnants onduleux, très irréguliers, coupés souvent par des tubercules ou proéminences plus ou moins saillantes, et communiquant à l'extérieur par un simple réseau de pores à forme polygonale ou linéaire.

Ce deuxième groupe, caractérisé particulièrement par une arête cardinale triangulaire et plus ou moins saillante, comprend les espèces suivantes :

	}	<i>Hippurites Toucasi</i> d'Orbigny.
1° Sous-groupe		d° (A) sp. nov.
à pores		d° <i>variabilis</i> Munier-Chalmas.
polygonaux.		d° <i>sulcatus</i> Defrance.
		d° <i>organisans</i> Montfort.
		d° <i>socialis</i> Douvillé.
		d° <i>cuculliferus</i> Matheron.
2° Sous-groupe		d° <i>striatus</i> Defrance.
à pores linéaires,		d° <i>canaliculatus</i> Rol. de Roquan.
en virgule		d° <i>Heberti</i> Munier-Chalmas.
ou vermiculés.	d° (B) sp. nov.	
	d° <i>radiosus</i> Desmoulins.	
	d° (C) sp. nov.	

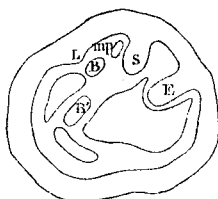
1° SOUS-GROUPE A PORES POLYGONAUX.

Je comprends dans ce sous-groupe tous les Hippurites dont les pores ne sont séparés que par une paroi peu épaisse, de forme polygonale, ce qui donne à l'ensemble du réseau la forme des mailles d'un filet, ou d'un Rétépore, comme le montre la figure 8 de la planche 532 de la Paléontologie française, qui représente les pores grossis de la valve supérieure de l'*Hippurites Toucasi* d'Orb.

HIPPURITES TOUCASI d'Orbigny.

Pal. franc.-Ter. Crét., p. 172, Pl. 532, fig. 1 à 8.

Fig. 7.



Section d'un *Hippurites Toucasi* du Campanien inférieur de La Cadière (Var).

Cette espèce est bien caractérisée par les tubercules de sa valve supérieure, qui sont saillants, arrondis, perforés et à bords déchiquetés ; les pores polygonaux sont égaux, assez grands et couvrent régulièrement toute la surface et même les tubercules quand ils ne sont pas brisés. L'arête cardinale L triangulaire est courte, très large à sa base et aigüe à son extrémité ; les deux piliers S et E, assez saillants, sont arrondis, robustes et non pincés à la base ; le deuxième pilier E est un peu plus long que le premier. La dent antérieure B', un peu arrondie, se trouve très en avant de l'arête cardinale et du côté opposé au premier pilier ; la dent B, moins forte, est placée contre l'extrémité de l'arête cardinale, du côté du premier pilier.

La valve inférieure de cette hippurite est cylindro-conique et très allongée comme celle des *Hipp. socialis* et *Hipp. organisans*, mais son diamètre est généralement beaucoup plus grand.

Cette espèce se trouve à la base des barres à *Hippurites dilatatus* du Castellet et de la Cadière, où elle forme de véritables colonies avec l'*Hippurites socialis*.

Il est fort probable qu'elle doit se rencontrer au même niveau dans les calcaires à Hippurites des Martigues ; je l'ai trouvée parmi mes échantillons de la Montagne des Cornes.

L'*Hippurites Toucasi* paraît donc caractériser partout le Campanien inférieur ; j'ai cru le reconnaître parmi les Hippurites de la craie d'Untersberg, où il serait associé à l'*Hippurites cornuvaccinum* Bronn.

HIPPURITES (A) sp. nov.

Cet Hippurite, que j'avais considéré comme une variété de l'*Hipp. Toucasi*, a été reconnu par M. Douvillé comme appartenant à une espèce nouvelle. Les individus sont généralement de très petite taille : la valve inférieure est assez allongée, mais son diamètre ne paraît pas dépasser un centimètre et demi, elle est couverte de sillons et de côtes longitudinales, arrondies, peu saillantes, coupées par des stries d'accroissement. La valve supérieure porte des tubercules assez saillants, mais ils ne sont pas creux et déchiquetés comme ceux de l'*Hipp. Toucasi* ; les pores sont plus fins et couvrent toute la surface des tubercules.

Cette espèce est beaucoup plus ancienne que l'*Hipp. Toucasi* ; je l'ai recueillie dans les calcaires angoumiens des Corbières, entre le Col de Capéla et Le Linas, près de Bugarach, où elle est associée aux *Hipp. inferus* et *Hipp. petrocoriensis* ; elle forme dans ces calcaires à Hippurites des colonies analogues à celles que les *Hipp. Toucasi* et *Hipp. socialis* forment dans les calcaires à *Hipp. dilatatus* du Beusset, et il est fort à présumer que c'est à cette même espèce qu'il faut également rapporter les petits Hippurites de l'Angoumien de la Provence et des Charentes, qu'on a signalés sous le nom d'*Hipp. organisans*. Aux Corbières, ces calcaires à Hippurites angoumiens sont recouverts par une puissante assise de grès ferrugineux semblable à celle qui, à La Mède et à Ceyreste, en Provence, recouvre de même les calcaires angoumiens à *Hippurites petrocoriensis* et *Biradiolites cornupastoris*, et c'est au-dessus de ces grès que commence, dans les deux régions, le Sénonien, qui comprend successivement les différentes zones que j'ai signalées.

HIPPURITES cf. VARIABILIS Mun.-Chalmas.

Mun.-Ch. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3^e sér., T. XVI, p. 819.

J'ai recueilli, dans le niveau à *Hipp. dilatatus* de la Montagne des Cornes, un Hippurite, dont la valve supérieure est pourvue de tubercules analogues à ceux de l'*Hipp. Toucasi* ; mais, comme les pores sont en forme d'alvéole, M. Douvillé pense que mon échantillon est plus voisin de l'*Hipp. variabilis*, qui, à Leychert et Bénéaix dans l'Ariège, occupe un niveau à peu près parallèle à celui de la Montagne des Cornes.

HIPPURITES SULCATUS DeFrance.

1841. Rolland du Roquan.—*Rudistes des Corbières*, p. 53, Pl. IV, fig. 2 et Pl. VII, fig. 4.

Très bien décrite et figurée par Rolland du Roquan, cette espèce, dont le type provient des couches à *Hipp. dilatatus* de la Montagne des Cornes, ne me paraît pas devoir exister dans les calcaires à Hippurites du Castellet et de La Cadière, à moins qu'elle n'y soit représentée que par de petits exemplaires.

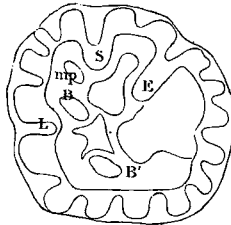
Les échantillons, que d'Orbigny a figurés sous ce nom dans la Paléontologie française, appartiennent à l'*Hipp. striatus*, espèce différente qui fait partie du sous-groupe à pores vermiculés, tandis que l'*Hipp. sulcatus* a, comme les espèces précédentes, des pores polygonaux. L'*Hipp. sulcatus* se distingue également à ses côtes longitudinales, saillantes, carénées et rendues un peu épineuses par les stries transverses d'accroissement.

Cette espèce paraît spéciale à la région des Corbières.

HIPPURITES ORGANISANS Montfort.

1841. Rolland du Roquan. — *Rudistes des Corbières*, p. 58, Pl. VI, fig. 1-4 et Pl. VII, fig. 1.

Fig. 8.



Section d'un *Hippurites organisans* du Campanien inférieur de la Montagne des Cornes (Aude).

Cet Hippurite est, comme le précédent, spécial à la région des Corbières; on le rencontre isolé ou en groupes dans les bancs à *Hipp. bioculatus* et *Hipp. dilatatus*. Les exemplaires des autres régions, qu'on avait jusqu'à ce jour rapportés à cette espèce, en diffèrent essentiellement par les pores linéaires de la valve supérieure, et en ont été séparés par M. Douvillé sous le nom d'*Hipp. socialis*. L'*Hipp. organisans* fait encore partie du sous-groupe des

Hippurites à pores polygonaux; il n'est pas dépourvu d'arête cardinale, comme l'avait d'abord pensé M. Douvillé; toutes les sections que j'ai examinées montrent une petite arête cardinale triangulaire, peu saillante, mais bien apparente; les deux piliers sont inégaux et arrondis; le premier est toujours un peu plus court et plus large que le second, qui est assez allongé.

Dans cette espèce, le limbe présente cette particularité d'être sillonné par de nombreux replis ressemblant à de faux piliers, et la valve supérieure est quelquefois pourvue de tubercules analogues à ceux de l'*Hipp. Toucasi*.

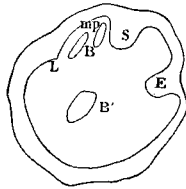
2° SOUS-GROUPE A PORES EN VIRGULE OU VERMICULÉS.

Ce sous-groupe renferme tous les Hippurites dont la paroi externe de la valve supérieure est formée d'un réseau de petites plaques polygonales percées vers le centre d'un petit pore en virgule ou vermiculé.

HIPPURITES SOCIALIS Douvillé.

Hipp. organisans d'Orbigny. Pal. franc., Ter. créét., p. 173, Pl. 533.
Hipp. socialis Douvillé. Bull. Soc. géol. de Fr., 3^e sér., t. XVIII, p. 324.

Fig. 9.



Section d'un *Hippurites socialis* du Campanien inférieur du Beausset (Var).

M. Douvillé a séparé cette espèce de l'*Hipp. organisans*, avec laquelle elle avait été confondue à tort jusqu'à ce jour. L'*Hipp. socialis* appartient au groupe des Hippurites à pores linéaires, tandis que l'*Hipp. organisans* Montfort fait partie du sous-groupe précédent à pores polygonaux.

Dans cette espèce et la suivante, les pores sont en virgule, grands et espacés; ils sont très contournés ou vermiculés et plus resserrés dans les autres espèces du même groupe.

L'*Hippurites socialis* est très abondant; il forme avec l'*Hipp. Toucasi* des groupes ou colonies qui constituent de véritables bancs

vers la base des calcaires supérieurs à Hippurites du Beausset et des Martigues. Il paraît devoir exister dans les mêmes conditions et au même niveau à Gosau.

HIPPURITES cf. CUCULLIFERUS Matheron.

1880. Rech. pal., Pl. F-41, fig. 4.

Cette espèce, dont M. Matheron n'a donné qu'une figure sans aucune description, est très voisine de la précédente par la forme de ses pores, mais elle est bien caractérisée par la forme très conique de sa valve supérieure. M. Douvillé l'a reconnue parmi des échantillons du Beausset que j'avais classés dans le groupe de l'*Hipp. socialis* et qui proviennent des mêmes bancs que ce dernier.

HIPPURITES STRIATUS DeFrance.

1841. Rolland du Roquan. *Rudistes des Corbières*, p. 52, Pl. IV, fig. 3 et Pl. VII, fig. 6.

Le type de cette espèce provient des bancs à *Hipp. bioculatus* et *Hipp. dilatatus* de la Montagne des Cornes; Rolland du Roquan en a donné de bonnes figures et une excellente description.

Récemment M. Douvillé a fait connaître que d'Orbigny avait réuni à tort cette espèce à l'*Hipp. sulcatus* et il a parfaitement montré que l'*Hipp. striatus* appartenait au groupe des Hippurites à pores linéaires vermiculés, tandis que l'*Hipp. sulcatus*, par ses pores polygonaux et ses proéminences tuberculeuses, fait partie du groupe de l'*Hipp. Toucasi*.

On trouve au Beausset, au même niveau, des échantillons qui se rapprochent beaucoup de l'*Hipp. striatus*; les côtes de la valve inférieure paraissent moins fortes que dans la figure de Rolland du Roquan et la valve supérieure est également un peu moins convexe; mais les pores sont bien vermiculés et très nombreux, et les caractères internes sont identiques à ceux de cette espèce: l'arête cardinale, assez saillante, est triangulaire et très aiguë à son extrémité; les deux piliers sont relativement assez allongés et un peu pincés à la base, surtout le second.

HIPPURITES CANALICULATUS Rolland du Roquan.

1841. Rolland du Roquan. *Rudistes des Corbières*, p. 50, Pl. III, fig. 2-4, et Pl. VII, fig. 2.

C'est encore une espèce à pores vermiculés, dont le type provient du

même gisement et du même niveau que la précédente; bien figurée et très bien décrite par Rolland du Roquan, l'*Hipp. canaliculatus* est facile à reconnaître à sa valve inférieure, souvent unie ou à peine sillonnée longitudinalement, mais toujours couverte de rides transverses d'accroissement, et à sa valve supérieure tout à fait plane, pourvue de deux oscules très courts et arrivant jusqu'au bord. L'arête cardinale est toujours triangulaire et à pointe aigüe, mais elle est un peu moins saillante que dans l'*Hipp. striatus*; en outre la différence de longueur des deux piliers est plus sensible que dans cette dernière espèce; le premier pilier, presque aussi court que l'arête cardinale, est très élargi à sa base; le deuxième pilier, près de deux fois plus long que le premier, n'est pas rétréci à sa base comme dans l'*Hipp. striatus*.

L'*Hipp. canaliculatus* se rencontre au Beausset et à La Cadière dans les bancs à *Hipp. dilatatus*, par conséquent au même niveau qu'à la Montagne des Cornes.

HIPPURITES HEBERTI? Mun.-Chalmas.

Mun.-Chalmas. — *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3^e sér., t. XVI, p. 819.

M. Douvillé a encore remarqué, parmi mes Hippurites de la Montagne des Cornes, quelques exemplaires qui seraient très voisins de l'*Hipp. Heberti*, que l'on trouve à peu près au même niveau à Leychert et à Bénéaix, dans l'Ariège.

HIPPURITES (B) sp. nov.

Je désigne ainsi un très petit Hippurite dont la valve inférieure est pourvue de douze à quinze fortes côtes, saillantes, très espacées, séparées par un large sillon creux, et coupées par des stries transverses d'accroissement, et dont la valve supérieure est sillonnée de côtes ou protubérances irrégulières. Ces caractères le rapprochent un peu de l'*Hipp. sulcatus*, mais il s'en distingue facilement par ses pores linéaires et non pentagonaux.

Cette espèce, que M. Douvillé considère comme nouvelle, se trouve dans les bancs à *Hipp. dilatatus* de la Montagne des Cornes et de La Cadière.

HIPPURITES RADIOSUS Desmoulin.

1826. Desmoulin, *Essai sur les Sphærolites*, p. 141, Pl. IX, fig. 2.

J'ai recueilli, dans les calcaires supérieurs à *Radiolites cylindraceus* de Bagnols (Gard), un Hippurite qui, quoique de petite taille, me paraît devoir se rapporter à cette espèce, qui caractérise

les couches crétacées les plus élevées des Charentes et de la Dordogne.

La valve supérieure, à peu près plane, est pourvue de deux oscules ovales n'atteignant pas tout à fait le bord; elle est sillonnée de canaux rayonnants, et sa paroi extérieure est formée par de très petites plaques polygonales, percées d'un pore en virgule sur les bords et vermiculé au centre; on remarque quelques proéminences tuberculeuses, particulièrement sur les bords de la valve.

La valve inférieure est ornée de sillons et de petites côtes coupées par des stries d'accroissement, qui rendent la surface un peu épineuse; l'arête cardinale est triangulaire, très saillante, élargie à la base et très aigüe à son extrémité; les deux piliers sont arrondis et inégaux; le premier, robuste, non rétréci à la base, est moitié moins long que l'arête cardinale; le deuxième, aussi long que l'arête cardinale, est rétréci à la base; la dent antérieure, un peu arrondie, est placée en avant de l'arête cardinale et du côté opposé au premier pilier; la dent postérieure, allongée, se trouve du côté du premier pilier contre l'extrémité de l'arête cardinale qu'elle dépasse; l'apophyse myophore postérieure, également allongée, est entre la dent postérieure et le premier pilier.

HIPPURITES INDÉT.

J'ai signalé depuis longtemps dans les couches les plus élevées du Sénonien du Moutin, près La Cadière, au-dessous du banc à *Ostrea acutirostris*, de très gros Hippurites qui constituent le dernier niveau à Hippurites de la région.

Le banc qui les renferme se trouve séparé des calcaires à *Hipp. dilatatus* et *Hipp. galloprovincialis* de La Cadière, par quatre assises importantes qui sont de haut en bas :

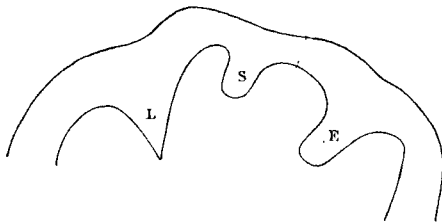
1° Calcaires marneux à *Nerinea bisulcata*, *Tellina Venei* et *Cidaris pluracantha*.

2° Calcaires marneux à *Lima ovata* et *Cidaris cretosa*.

3° Marnes bleues à *Ostrea Matheroni* et *Goniopygus minor*.

4° Grès à végétaux : *Magnosia*, *Araucaria*, *Sequoia*, etc.

Fig. 10.

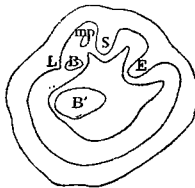


Section d'un *Hippurites* du Campanien supérieur du Moutin près de La Cadière (Var).

Ces Hippurites sont donc beaucoup plus récents que ceux qui occupent le grand niveau des barres du Castellet et de La Cadière. Il serait intéressant de savoir à quelle espèce ils appartiennent ; malheureusement la valve supérieure n'a pas été conservée et les caractères internes ne peuvent suffire pour les déterminer. Je donne ici une section d'un des plus petits échantillons : l'arête cardinale L est robuste, triangulaire et assez saillante, les deux piliers S et E, arrondis et non rétrécis à la base, sont tout à fait semblables, avec cette différence que le premier pilier est beaucoup plus court. Ces caractères rapprochent cette espèce de certaines variétés de l'*Hipp. radiosus*, qui paraît occuper à peu près le même niveau dans les Charentes, et à Bagnols, dans le Gard.

HIPPURITES (c) sp. nov.

Fig. 11.



Section d'un *Hippurites* (C) sp. nov. du Campanien inférieur du Beausset (Var).

Réd. 1/2.

Cette espèce, que j'ai recueillie dans les calcaires à *Hipp. dilatatus* du Beausset et de La Cadière, fait encore partie du groupe des Hippurites à pores vermiculés ; elle est voisine de l'*Hipp. canaliculatus* par la forme et les ornements de sa valve inférieure et par la forme à peu près plane de sa valve supérieure, mais elle s'en distingue par ses deux oscules plus allongés et n'atteignant pas le bord, par les nombreuses bifurcations de ses canaux rayonnants et ses proéminences tuberculeuses bien apparentes. En outre, ses caractères internes sont un peu différents : l'arête cardinale L triangulaire est plus saillante ; le premier pilier est un peu plus robuste, mais pas tout à fait aussi long que le second ; la dent antérieure, forte et arrondie, est placée assez loin en avant de l'extrémité de l'arête cardinale ; la dent postérieure, beaucoup plus petite, se trouve tout près de cette extrémité du côté du premier pilier ; l'apophyse myophore postérieure est entre la dent postérieure et la partie arrondie du premier pilier.

3° GROUPE DE L'*HIPPURITES DILATATUS*

(Arête cardinale très courte, presque à l'état rudimentaire).

Caractères internes. — Arête cardinale triangulaire, très peu saillante, réduite souvent à un simple pli aigu du bord intérieur du labre; les deux piliers, robustes, arrondis, presque égaux, peu ou point rétrécis à la base et assez fortement en saillie dans l'intérieur de la coquille.

Caractères externes. — Valve inférieure conique dans le jeune âge et devenant ensuite cylindro-conique, unie ou couverte de sillons et de côtes arrondies peu saillantes, mais généralement coupées par des lamelles d'accroissement plus ou moins régulières. La distance entre le sillon correspondant à l'arête cardinale et le sillon correspondant au second pilier est à peu près égale au tiers du pourtour.

Valve supérieure plane ou concave, pourvue de deux oscules plus ou moins allongés et n'atteignant jamais le bord, ayant sa paroi inférieure traversée par de grands pores obliques se bifurquant du côté externe, de façon à former sur la surface extérieure des séries de petits pores allongés, vermiculés ou rayonnants et plus ou moins bien groupés; l'usure de la valve supérieure produit de grands pores obliques correspondant aux séries polygonales des petits pores externes.

Ce troisième groupe, caractérisé par une arête cardinale très courte, presque à l'état rudimentaire, comprend les espèces suivantes :

- Hippurites dilatatus* Defrance.
 id. *floridus* Matheron.
 id. cf. *floridus* —
 id. *sublaevis* Matheron.

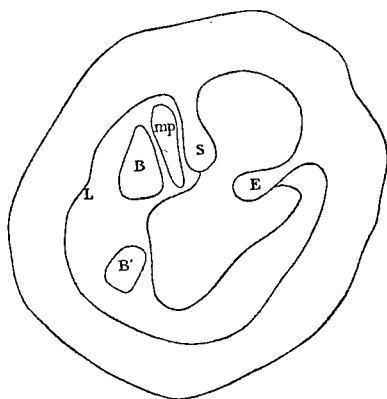
HIPPURITES DILATATUS Defrance.

Hipp. turgidus. Rolland du Roquan, 1841. *Rudistes des Corbières*, p. 55, Pl. IV, fig. 1, Pl. V et Pl. VII, fig. 5.

Cette belle espèce, caractéristique du niveau supérieur à Hippurites des Corbières, est un des Hippurites les mieux connus, grâce aux beaux travaux de M. Bayle, qui en a donné de belles figures montrant en détail les caractères internes. Je ne rappellerai ici que les caractères qui permettent de la reconnaître : la valve supérieure

est pourvue de deux oscules profonds, peu allongés, rapprochés du centre et très éloignés du bord ; elle montre, quand elle est bien conservée, une infinité de petits pores vermiculés, groupés en séries polygonales, et, lorsque la valve supérieure est usée par le

Fig. 12.



Section d'un *Hippurites dilatatus* du Campanien inférieur de la Montagne des Cornes (Aude). Réd. 1/2.

frottement, on aperçoit les pores de la paroi interne qui forment de grands trous obliques de dehors en dedans. L'arête cardinale L, à l'état rudimentaire, est réduite à un simple pli du bord intérieur du labre ; les deux piliers S et E, arrondis, presque aussi allongés l'un que l'autre, convergent vers le centre et sont légèrement rétrécis à leur base ; la dent antérieure B', un peu arrondie, se trouve en avant de l'arête cardinale et assez éloignée du côté opposé au premier pilier ; la dent postérieure B, très robuste et très allongée, est placée contre l'arête cardinale du côté du premier pilier ; l'apophyse myophore postérieure mp, également très allongée, sépare la dent postérieure du premier pilier.

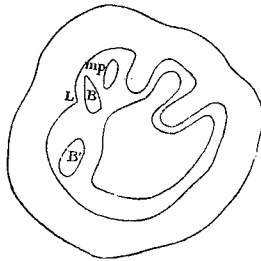
On trouve au Beausset, surtout dans les bancs supérieurs à *Hippurites galloprovincialis* des barres du Castellet et de La Cadière, des échantillons qui, malgré quelques petites différences de forme et d'ornements extérieurs, me paraissent devoir être rapportés à cette espèce. Les caractères internes sont bien identiques. Les pores de la valve supérieure ont une structure analogue et sont disposés de la même manière ; mais les oscules sont peut-être un peu plus allongés, la valve inférieure, légèrement costulée, est couverte de stries d'accroissement bien marquées. Ces caractères

sont d'une importance très minime pour les Hippurites ; on doit y voir là une simple variété locale. Aux Martigues, l'*Hipp. dilatatus* se rencontre dans la même zone, où il est associé au *Schizaster atavus*, espèce caractéristique du Campanien des Charentes. Les exemplaires de cette dernière région, que M. Douvillé m'a montrés et qui proviennent de la zone N² de M. Arnaud, doivent également être rapportés sans aucun doute à cette espèce.

HIPPURITES FLORIDUS Matheron.

1880. Rech. pal., Pl. F-43, fig. 1.

Fig. 13.



Section d'un *Hippurites floridus* du Campanien inférieur de La Cadière (Var).

Réd. 1/2.

M. Matheron a figuré cet Hippurite sans en donner de description, mais les planches font bien ressortir les caractères particuliers de cette espèce et il m'a été facile de la reconnaître parmi mes exemplaires des barres du Castellet et de La Cadière. Très voisin de l'*Hipp. dilatatus* par ses caractères internes et par la structure de ses pores, l'*Hipp. floridus* s'en distingue par sa valve inférieure presque toujours en forme de cône très allongé, unie et couverte de stries d'accroissement très anguleuses, par sa valve supérieure très concave, ayant ses pores groupés comme de petits bouquets de fleurs, par ses piliers, non rétrécis à la base, et enfin par son arête cardinale un peu plus saillante et aigüe à son extrémité.

HIPPURITES cf. FLORIDUS.

Je possède plusieurs exemplaires de la même provenance et du même niveau qui, tout en étant très voisins de l'espèce précédente, en diffèrent cependant par quelques caractères assez importants : la valve inférieure est plus trapue et légèrement costulée longitudinalement ; le deuxième pilier est un peu plus allongé que le

premier; la valve supérieure est à peu près plane; les pores, un peu plus longs et de formes très irrégulières, sont plutôt disposés par séries de bandes rayonnantes.

HIPPURITES SUBLÆVIS Matheron.

1842. Matheron. — *Catalogue*, p. 128, pl. X, fig. 1.

Cette espèce des Martigues paraît se trouver au Beausset dans les mêmes couches que les précédentes; elle fait encore partie du groupe des *Hipp. dilatatus* et *Hipp. floridus*, mais elle s'en distingue suffisamment par ses pores plus rayonnants vers le centre et assez régulièrement dispersés; la valve supérieure est concave et pourvue de deux oscules très allongés; la valve intérieure, très conique et presque lisse, a ses stries d'accroissement beaucoup moins marquées; l'arête cardinale est peu saillante, mais très aigüe; le deuxième pilier est un plus long que le premier, et aucun des deux n'est rétréci à la base.

L'*Hipp. intermedius* Matheron 1880. Rech. pal. Pl. F-43, fig. 2, ne me paraît pas différer de cette espèce.

4^e GROUPE DE L'HIPPURITES BIOCULATUS.

(Arête cardinale nulle).

Caractères internes. — Pas d'arête cardinale; les deux piliers arrondis et plus ou moins rétrécis à la base, le second un peu plus allongé que le premier.

Caractères externes. — Valve inférieure, conique ou cylindro-conique, presque lisse ou couverte de sillons et de côtes longitudinales peu saillantes, coupées par des stries transverses d'accroissement.

Valve supérieure plane, concave ou légèrement convexe, pourvue de deux oscules profonds, très courts et éloignés du bord, ayant la paroi externe des canaux rayonnants très épaisse et percée par de nombreux petits canaux fasciculés, communiquant par un tronc unique avec les grands canaux rayonnants et débouchant sur la surface extérieure, de façon à former un réseau de pores linéaires serrés et très irréguliers.

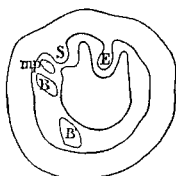
Ce quatrième groupe, caractérisé par l'absence complète d'arête cardinale, ne comprend jusqu'à présent que l'espèce suivante :

HIPPURITES BIOCULATUS Lamark.

1841. Rolland du Roquan. — *Rudistes des Corbières*, p. 47, Pl. II, fig. 1-4, Pl. VII. fig. 3.

1847. D'Orbigny. — *Pal. franc., Ter. créét.*, p. 166, pl. 529.

Fig. 14



Section d'un *Hippurites bioculatus* du Campanien inférieur de la Montagne des Cornes (Aude). Réd. 1/2.

Cette espèce, décrite et bien figurée par Rolland du Roquan et par d'Orbigny, ne peut être confondue avec aucun autre Hippurite; elle se distingue facilement par l'absence complète d'arête cardinale, par la longueur de ses dents et par la structure toute particulière de sa valve supérieure.

La fig. 5 de la Pl. 529 de la Paléontologie française, qui représente une coupe de la valve supérieure dans le sens d'un rayon, montre bien la direction des canaux rayonnants avec leurs ramifications et leurs bifurcations qui les font aboutir aux pores extérieurs, et permet de se rendre compte que, suivant le degré d'usure, les pores peuvent être ou vermiculés, ou allongés, ou arrondis et plus ou moins espacés.

L'*Hipp. bioculatus* est l'espèce caractéristique du Campanien inférieur des Corbières, où il occupe le même niveau que les *Hipp. dilatatus*, *Hipp. Tourasi*, *Hipp. canaliculatus*, *Hipp. sulcatus*, *Hipp. striatus*, *Hipp. organisans*, etc. Réunis en groupes, tous ces Hippurites forment de véritables colonies, où l'*Hipp. bioculatus* est de beaucoup le plus abondant. Tous les exemplaires des Charentes, que M. Douvillé a bien voulu me permettre d'examiner et qui proviennent de la division N² de M. Arnaud, appartiennent incontestablement à cette espèce, qui se trouve ainsi caractériser le Campanien inférieur dans les Charentes comme dans les Corbières.

L'*Hipp. bioculatus* présente plusieurs variétés qu'on pourrait, au premier aspect, prendre pour des espèces différentes. Ainsi sa valve inférieure peut avoir la forme d'un cône très court à base large, ou d'un cône très allongé, quelquefois même d'un cylindre allongé à base très petite; sa surface peut être tout à fait lisse, plus ou moins costulée ou seulement couverte de stries d'accroissement

plus ou moins bien marquées. Les piliers aussi varient de forme; ils sont plus ou moins pincés à la base et quelquefois même pas rétrécis. Si on joint à cela toutes les formes que les divers degrés d'usure peuvent donner aux pores de la valve supérieure, on comprendra facilement combien les exemplaires peuvent varier dans leurs formes et leurs ornements.

RÉSUMÉ

Sur les vingt-huit Hippurites que je viens de passer en revue, cinq seulement auraient été rencontrés dans le Turonien supérieur ou Angoumien; ce sont les *Hipp. inferus*, *Hipp.* (A) sp. nov., *Hipp. petrocoriensis*, *Hipp. Moulinsi* et *Hipp. giganteus*.

Les deux premiers seraient seuls caractéristiques de ce niveau; les deux suivants monteraient jusque dans le Campanien inférieur où ils deviendraient très rares, et le dernier disparaîtrait dans le Santonien moyen.

Tous les autres Hippurites sont sénoniens : les *Hipp. gosaviensis* et *Hipp. Zitteli* caractériseraient le Santonien inférieur; l'*Hipp. corbaricus* se rencontrerait particulièrement dans le Santonien supérieur et monterait dans le Campanien inférieur, où il serait très rare. Toutes les autres espèces appartiendraient au Campanien inférieur, sauf l'*Hippurites radiosus*, qui se trouve dans le Campanien supérieur et dans le Maëstrichtien.

Indépendamment de ces Hippurites, il existe encore quelques espèces mal définies ou peu connues, comme *Hipp. sarthacensis* Coquand, *Hipp. Gaudryi* Mun.-Chalmas et *Hipp. Castroi* Vidal.

L'*Hipp. sarthacensis*, du Santonien supérieur des Charentes et de la Touraine, n'est connu que par sa valve inférieure; c'est donc une espèce indéterminée, on ne peut pas même fixer le groupe auquel elle appartient.

L'*Hippurites Gaudryi* est une espèce de la Craie supérieure de l'Attique, qui n'a pas encore été figurée et qui, d'après M. Douvillé, pourrait bien faire double emploi avec l'*Hipp. cornuvaccinum* Bronn de la Craie supérieure d'Untersberg.

L'*Hipp. Castroi* (1) du Garumnien de la Catalogne est l'espèce la plus récente qui soit connue. Avec son arête cardinale triangulaire et aigüe, ses deux piliers arrondis, presque égaux et non rétrécis à la base, avec sa valve supérieure un peu convexe, sillonnée de canaux rayonnants, onduleux et irréguliers, et ses pores en virgule, autant que je puis en juger par les figures de M. Vidal, cette

(1) Vidal, 1874, Terrain garumnien de la Catalogne, p. 37, Pl. 6, fig. 33 à 38.

espèce me paraît appartenir au groupe de l'*Hipp. socialis*. Il serait intéressant de la comparer avec les petits Hippurites qu'on trouve dans les couches à Lignites de Piolenc et de Bagnols.

Quant aux espèces figurées par M. Matheron dans les Recherches paléontologiques, à part les *Hipp. cuculliferus* et *Hipp. floridus* que j'ai déjà signalés, il ne m'a pas été possible de les reconnaître ; elles ne sont représentées que par des valves inférieures très voisines de celles du groupe de l'*Hipp. floridus*.

Il résulte de cette étude que les Hippurites ont commencé à paraître avec le Turonien supérieur ou Angoumien, qu'ils ont atteint leur maximum de développement dans le Campanien inférieur et qu'ils disparaissent dans le Garumnien supérieur. Ce genre intéressant de la grande famille des Rudistes appartient donc exclusivement à la Craie supérieure, où il se trouve réparti comme l'indique le tableau suivant :

NOMS DES ESPÈCES.	Angoumien.	Santonien.		Campanien.		Maestrichtien.	Garumnien
		Inf.	Sup.	Inf.	Sup.		
<i>Hippurites inferus</i> Douv.	1	—	—	—	—	—	—
» (A.) sp. nov.	1	—	—	—	—	—	—
» <i>petrocoriensis</i> Douv.	1	1	1	1	—	—	—
» <i>Moulini</i> d'Homb. Firm.	1	1	1	1	—	—	—
» <i>giganteus</i> d'Homb. Firm.	1	1	—	—	—	—	—
» <i>gosaviensis</i> Douv.	—	1	—	—	—	—	—
» <i>Zilleli</i> Mun.-Ch.	—	1	—	—	—	—	—
» <i>corbaricus</i> Douv.	—	—	1	1	—	—	—
» <i>gulloprovincialis</i> Math.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>cornuaccinum</i> Bronn.	—	—	—	1	—	—	—
» (D.) sp. nov.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>Toucasi</i> d'Orb.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>variabilis</i> Mun.-Ch.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>sulcatus</i> DeFrance.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>organisans</i> Montfort.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>socialis</i> Douv.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>cuculliferus</i> Math.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>striatus</i> DeFrance.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>canaliculatus</i> Roll. du Roq.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>Heberti</i> Mun.-Ch.	—	—	—	1	—	—	—
» (B) sp. nov.	—	—	—	1	—	—	—
» (C) sp. nov.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>dilatatus</i> DeFrance	—	—	—	1	—	—	—
» <i>floridus</i> Math.	—	—	—	1	—	—	—
» cf. <i>floridus</i>	—	—	—	1	—	—	—
» <i>sublævis</i> Math.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>bioculatus</i> Lamk.	—	—	—	1	—	—	—
» <i>radiosus</i> Desm.	—	—	—	—	1	1	—
» indét.	—	—	—	—	1	—	—
» <i>Castroi</i> Vidal.	—	—	—	—	—	—	1
Totaux.	5	5	3	22	2	1	1

NOTE. — Les figures 8 et 9 sont de grandeur naturelle ; les autres figures sont réduites de moitié.

SUR LA GÉOLOGIE DES ENVIRONS DE MOUSTIERS (1),

par M. COLLOT.

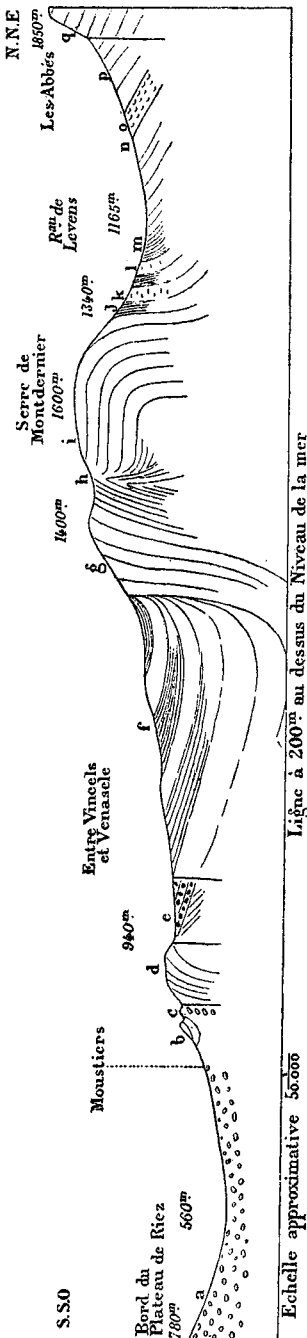
M. Kilian a proposé de modifier la ligne suivant laquelle j'ai indiqué la séparation du faciès du calcaire blanc coralligène et du calcaire gris, dans le Jurassique supérieur, de façon à inclure Moustiers (Basses-Alpes) dans l'aire des calcaires blancs. Cette rectification, qui ne change d'ailleurs pas beaucoup l'extension générale des deux faciès, est juste. Je connaissais la mention des calcaires blancs à Moustiers, par M. Kilian, mais je ne savais pas à quels points précis se rapportaient les observations, tandis que d'autre part, j'avais conservé le souvenir de la terminaison du Jurassique supérieur par des bancs gris, peu à l'est de Moustiers, vers Levens. Mais il est un fait que j'avais totalement oublié et que je retrouve dans des notes datant de quelques années, c'est l'existence de calcaires blancs, qui ne peuvent être que du Jurassique supérieur, à Moustiers même.

La ligne limite du faciès pousse donc une pointe assez brusque vers le Nord, puisqu'elle doit, après être montée au nord de Saint-Just, redescendre *entre Moustiers et Levens*, pour aller ensuite passer peu au nord de Castellane.

Quant aux calcaires blancs de Barcelonnette et de Larche, ils appartiennent sans doute à la ceinture de coraux qui a entouré le relief primitif des Alpes, de même que ceux dont j'ai indiqué la limite septentrionale se coordonnent au massif Maures-Estérel. Ils ne dérangent pas la netteté et même la simplicité de la ligne qui limite ces derniers.

J'ai cru bon de donner la coupe ci-dessous, non seulement parce qu'elle confirme et précise le fait énoncé par M. Kilian en limitant d'ailleurs très près de Moustiers l'extension du calcaire blanc, mais aussi parce qu'elle fait connaître l'existence du bassin crétacé et tertiaire de Levens. Ce petit bassin n'est encore figuré sur aucune carte à ma connaissance.

(1) Note présentée dans la séance du 4 mai 1891.



- a. — Poudingue et marne rouge du plateau de Riez.
- b. — Calcaire lacustre travertineux à *Helix moguntina*, *Planorbis solidus*.
- c. — Conglomérat à gros blocs.
- d. — Calcaire jaune (néocomien ?). — Calcaire très blanc, subsaccharoïde, plein de coraux et d'hydrozoaires, souvent bréchiforme ; alterne avec un calcaire jaune et une dolomie bréchiforme.
- e. — Faille polie. Conglomérat de friction ; marne jaune néocomienne ; poudingue à cailloux calcaires peu roulés, régulièrement stratifié, plongeant est.
- f. — Alternance de calcaires et de marnes infracrétacés. La partie inférieure, en plaquettes b'anchâtres, doit se trouver à peu près sur l'horiz n de Berrias ; plus haut j'ai recueilli *Echinospatagus Ricordeanus*, *Belemnites pistilliformis*, des Ammonites, des Limes.
- g. — Calcaire gris en bancs réguliers : Jurassique supérieur.
- h. — Calcaire en petits bancs grumeleux, partiellement marneux : horizon d'*Ammonites canaliculatus*, *tortisulcatus*, *biplex*.
- i. — Jurassique supérieur (calcaires gris) horizontal, puis plongeant est.
- j. — Derniers bancs du J. rassique supérieur gris, bréchiformes.
- k. — Calcaire en plaquettes blanchâtres : horizon de Berrias.
- l. — Calcaires marneux bleuâtres, à surface décolorée : Néocomien.
- m. — Marnes bleues sableuses avec lits de rognons plus durs : Aptien et Gault ?
- n. — Cénomaniens : bancs calcaréo-gréseux, roux à la surface, alternés avec des parties plus argileuses. *Ammonites rhotomagensis*, *Ostrea columba minor* abondante, larges Orbitolines. Au-dessus de gros bancs jaunes avec silex blonds, viennent une partie marneuse, puis un gros banc de calcaire blanc. Celui-ci pourrait appartenir déjà à la formation suivante.
- o. — Grès gris renfermant des débris de silex du Crétacé.
- p. — Marnes grises avec trace de lignite, puis avec gypse interstratifié.
- q. — Abrupte de calcaire présentant à l'ouest la tranche des bancs : Jurassique ?

II

Je profite de l'occasion pour indiquer, dans ma carte de l'extension approximative des étages crétacés de la Basse Provence (1), une autre petite modification. Les traits relatifs à l'Urgonien et au Cénomaniens doivent être tracés de façon à englober Rocharon, où M. Bertrand a figuré, sur la feuille de Toulon, un îlot de ces terrains dont j'ai oublié de tenir compte au moment du tracé de ma carte. Ils s'avancent ainsi parallèlement au contour du golfe aptien que j'ai figuré dans cette région.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIX, Pl. VI.

SUR LA SITUATION DES COUCHES A *TEREBRATULA DIPHYA*
DANS L'OXFORDIEN SUPÉRIEUR, A L'OUARSENIS
(ALGÉRIE) (1),

par M. E. FICHEUR.

Une observation de M. M. Bertrand, dans la séance du 6 avril dernier (2), a attiré l'attention de la Société Géologique sur une coupe que j'ai donnée du flanc du Grand pic de l'Ouarsenis (Algérie), dans une note présentée à l'Association française (Congrès de Paris, 1889). Cette note, résumant mes observations sur la géologie de cet important massif, indique en particulier la présence de *Terebratula (Pygope) diphya*, var. *dilatata* Catullo, ou *Catulloi* Pictet, dans les couches marno-calcaires de l'Oxfordien supérieur, renfermant *Ammonites (Pelloceras) transversarius* Quenstedt, *A. (Rhacophyllites) tortisulcatus* d'Orb., *A. (Aspidoceras) perarmatus* Sow., *A. (Perisphinctes) biplex* Sow. = *plicatilis*, d'Orb., etc. Pour expliquer cette anomalie de position de *Terebr. diphya*, M. Bertrand émet l'hypothèse d'un renversement des assises jurassiques, d'après lequel la couche dans laquelle j'ai recueilli ce fossile remarquable se trouvant à quelques mètres au-dessus, et non plus au-dessous des bancs qui renferment *A. transversarius*, pourrait appartenir à une zone distincte rattachée au Jurassique supérieur. Je remercie notre savant confrère d'avoir avancé cette idée, qui mérite d'être prise en considération ; j'ai examiné à nouveau la question sous toutes ses faces, à ce point de vue, en discutant toutes mes observations ; si je n'ai pu reprendre les études sur le terrain, je ne m'en crois pas moins absolument fondé, pour le point particulier qui fait l'objet de la question, à maintenir entièrement les conclusions de ma note citée.

J'avoue que la coupe donnée (Fig. 1), est disposée de telle sorte que l'hypothèse d'un renversement peut être considérée comme acceptable. Mais cette coupe, prise dans la direction où la série jurassique est la plus complète, ne peut rendre compte de la disposition des mêmes couches sur les points voisins, et sur le pourtour du grand pic. Je ne pouvais, dans cette note succincte, donner la description complète d'un massif qui nécessiterait une monographie stratigraphique développée. Cependant, j'avais eu soin de faire

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 4 mai 1891.

(2) Voir Comptes-rendus sommaires des séances, p. LXVII.

remarquer (pages 3 et 10), que si l'on contourne les flancs du pic, soit à l'est, soit à l'ouest, on peut suivre la disposition en ceinture des couches oxfordiennes, autour de la masse des calcaires liasiques, et surtout le démantèlement de ces couches affectant toujours les parties élevées. Cette remarque va trouver son application plus loin.

J'examinerai d'abord l'hypothèse de la possibilité d'un renversement, soit de toute la série, soit seulement de la partie supérieure des assises jurassiques, ce qui a la même importance pour le fait discuté. Je reviendrai ensuite sur les considérations de stratigraphie générale qui me paraissent suffisamment probantes, en ajoutant la comparaison que je puis faire aujourd'hui avec les régions où les couches tithoniques sont connues en Algérie. J'ai eu, en effet, l'avantage de pouvoir étudier récemment, pendant une partie de l'été de 1890 (août-septembre), le massif du Bou-Thaleb, et en particulier la série jurassique, renfermant les couches à *Terebratula janitor* de l'Oued Soubella, décrites avec tant de soin par M. Péron (1), qui en a fait la découverte.

Je résume d'abord la succession des formations que j'ai reconnues dans le massif de l'Ouarsenis, telle que je l'ai indiquée :

- | | | |
|---------------------|---|---|
| Série
Liasique | } | A. — Dolomies du Kef Sidi-Amar, à la base. |
| | | B. — Calcaires compacts du Lias moyen, à <i>Zeilleria numismatis</i> , <i>Rhynchonella triplicata</i> . <i>Rh. bidens</i> , <i>Rh. tetraedra</i> , <i>Spiriferina</i> , etc. |
| | | C. — Alternances de marnes et calcaires rognonneux lie de vin, avec taches verdâtres, zone à <i>A. transversarius</i> , <i>A. perarmatus</i> , <i>A. tortisulcatus</i> , etc. |
| | | D. — Calcaires gris-noirâtre, en bancs bien réglés, séparés par de minces lits de marnes grises, fossiles à la base, environ 60 ^m . |
| Série
Jurassique | } | E. — Zone marneuse, pas de fossiles, 10 ^m . |
| | | F. — Calcaires en bancs réglés, gris-noirâtre, ruiniformes, renfermant des rognons siliceux à la partie supérieure; pas de fossiles, puissance 50 ^m . |
| | | G. — Grès rougeâtres, durs, avec petits poudingues quartzeux, sans fossiles, 50 ^m . |

Les assises de C à G sont en superposition concordante, G occupant le sommet (Fig. 1 et 2)

Sur une partie des pentes inférieures, et seulement sur le flanc ouest du grand pic, le Néocomien à *Belemnites dilatatus*, etc., s'adosse par failles aux couches C.

En outre, toute cette série est complètement entourée et recouverte

(1) Péron, Essai d'une description géol. de l'Algérie (1883). — Id., *B. S. G. F.*, t. XXIX, p. 180 (1872).

en discordance bien nette sur le Néocomien, par une formation d'argiles schisteuses noires, avec bancs gréseux, que je suis porté à rattacher, sans preuves absolues et simplement par analogie, à l'étage du Gault.

Je reproduis ici, intégralement, les coupes de mon précédent travail :

Fig. 1.

Coupe menée par le flanc N.O. du Grand Pic de l'Ouarsenis.

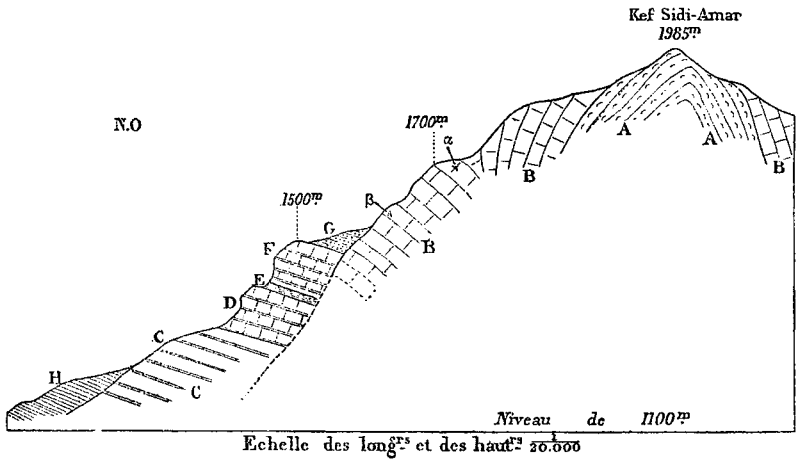
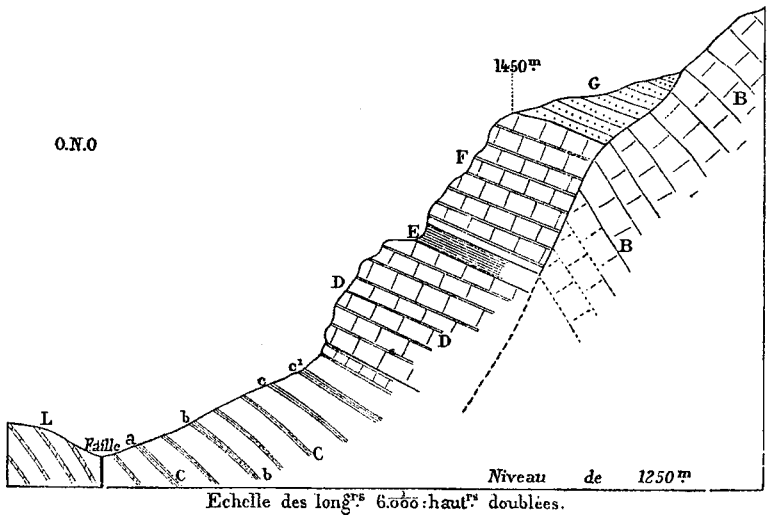


Fig. 2.

Coupe relevée sur le contrefort O.N.O du Grand Pic.



Légende commune aux deux coupes.

- A. — Dolomies.
 B. — Calcaires du Lias moyen; α , β , couches fossilifères.
 C. — Alternances marno-calcaires, avec calcaires rougeâtres à Ammonites :
 a. — *Amm. plicatilis*, *A. tortisulcatus*; b. — couches à *Ter. diphya*; c, c₁, —
Amm. transversarius, etc.
 D. — Calcaires gris en bancs bien réglés.
 E. — Marnes.
 F. — Calcaires gris et noirâtres, rognons de silex à la partie supérieure.
 G. — Grès et poudingues rougeâtres.
 I. — Néocomien, marno-calcaire à *Bel. dilatatus*.
 H. — Argiles schisteuses noires (Gault ?)

Il faut remarquer d'abord, ce qui est très important en la question, que cet îlot jurassique du grand pic de l'Ouarsenis constitue un massif culminant, formant une pyramide presque complètement isolée, dont le sommet domine de 800 mètres en moyenne toute la région montagneuse environnante, qui est entièrement crétacée, et qu'il faut se porter à près de 60 kilomètres vers le sud-ouest, pour trouver les premiers affleurements jurassiques de la région nord de Tiaret. C'est un lambeau complètement indépendant, qui, selon toute apparence, avec les deux crêtes voisines, formait une île dans la mer crétacée.

Considérons, en premier lieu, les relations des assises liasiques et de la série jurassique. La stratification des calcaires liasiques est extrêmement compliquée et variable : si, en quelques points, les bancs, comme ceux que j'indique dans la coupe 1, en β et α , se superposent assez régulièrement avec une inclinaison relativement faible vers l'axe du pic, ailleurs, et au voisinage même, elles sont complètement disloquées, repliées à angle aigu, comme j'ai essayé de l'indiquer dans cette coupe, et souvent redressées verticalement. L'allure de ces calcaires contraste d'une manière absolue avec la régularité de stratification des couches jurassiques. Il est seulement remarquable de constater que sur ce point (fig. 1), il semble, au premier abord, que les couches B liasiques soient concordantes au-dessus de la série DEFG. Mais il n'en est plus de même si l'on se porte sur le flanc ouest, où les bancs liasiques sont presque verticaux, tandis que les calcaires F conservent leur faible inclinaison. En outre il est facile de s'assurer, en suivant la ligne de contact des grès G et des calcaires liasiques B, qu'il y a recouvrement, parfois suivant un plan incliné de 45°, des grès sur les calcaires. D'autre part, j'ai insisté dans ma note (pages 3 et 10), sur cette observation importante : si l'on contourne les flancs du

pic, soit à l'est, soit à l'ouest de l'escarpement où la série jurassique est la plus complète, comme dans la coupe ci-dessus, on voit cette série de couches se réduire par l'ablation des parties les plus élevées; ce sont d'abord les grès G qui disparaissent puis les bancs calcaires F, qui sont démantelés, et ainsi de suite par gradation, jusqu'au point où toute cette série disparaît, complètement enlevée, à peu de distance à l'ouest du col de Sidi Abd-el-Kader. Et à mesure que l'on suit la réduction de la série des couches jurassiques, on ne quitte pas, au flanc du massif, les calcaires liasiques, qui constituent ainsi, d'une manière absolument évidente, depuis la base jusqu'au sommet, l'ossature du grand pic, et le substratum de toute la série jurassique.

L'observation directe peut, du reste, être faite sur le flanc ouest dans la coupure profonde que forme le Chabet-el-Beïda, entamant les calcaires liasiques, et laissant de chaque côté, comme parois latérales, l'escarpement des calcaires jurassiques D E F, à peu de distance du point indiqué par la fig. 2.

Ailleurs encore, sur le flanc sud du chaînon de Sidi Abd-el-Kader, les couches qui représentent l'assise C, avec quelques bancs des calcaires D, forment d'une manière visible de véritables appliques sur les calcaires liasiques. Ces lambeaux démantelés, interrompus sur de grandes étendues, ne laissent voir dans l'intervalle que les calcaires liasiques.

Par toutes ces observations, sur lesquelles il est inutile d'insister davantage, je crois pouvoir affirmer l'indépendance complète de la série jurassique par rapport aux calcaires liasiques, et rejeter l'hypothèse de la continuité dans la succession des assises. Rien ici ne représente le Lias supérieur, tel que je l'ai étudié dans le Djurjura et les Babors, et tel qu'il est connu dans la province d'Oran.

Il reste à examiner la possibilité d'un renversement de la série jurassique proprement dite, de G à C. L'absence de documents paléontologiques (jusqu'ici, du moins) dans l'épaisseur des couches calcaires et des grès qui les surmontent, laisse évidemment le champ libre à toute hypothèse. Je discuterai plus loin la place probable à attribuer à la série calcaire que j'avais classée dans l'Oxfordien (dans son sens le plus étendu), d'après la présence des Ammonites recueillies dans les premiers bancs D, et qui me paraissent (en leur mauvais état de conservation), se rattacher à la faune des couches C.

La disposition en ceinture des couches jurassiques, qui s'étendent d'une manière continue sur trois des quatre côtés du pourtour du grand pic, à un niveau d'altitude sensiblement constant, de telle

sorte que la projection de cette zone forme en quelque sorte un anneau incomplet, ouvert seulement vers l'est, cette disposition va nous fournir une indication précieuse. Nous trouvons, sur tous les points, aussi bien au sud qu'au nord et à l'ouest, la même superposition : à la base, assise marno-calcaire C, avec couches rouges à Ammonites; c'est un horizon bien constant et facile à distinguer; au-dessus les calcaires D, visibles au moins sur quelques bancs bien nettement stratifiés; malgré le démantèlement qui a affecté ces couches, sur chaque versant, les témoins ne peuvent laisser aucun doute.

Enfin, nulle part, si ce n'est au sommet de la série complète des calcaires D F., je n'ai rencontré de traces des grès C.

Cette série jurassique se présente ainsi partout dans le même ordre; il est difficile d'admettre qu'il y ait un renversement complet dans ces conditions, aussi bien au nord qu'au sud, sur les deux versants du même pic, à une faible distance (2 kilom.), et encore moins s'expliquerait-t-on qu'une action de cette nature se soit produite en ligne courbe, suivant les trois quarts d'une circonférence? Rien ne vient donc appuyer l'hypothèse d'un renversement, soit partiel, soit total.

Quant à la situation du lambeau néocomien, j'ai montré qu'elle est tout-à-fait indépendante de la série jurassique que nous venons de suivre. Du reste, la coupe (fig. 2) ne présente qu'une partie des couches de l'assise C; à peu de distance au nord-est, lorsque le Néocomien disparaît, on voit, au-dessous des couches rouges à Ammonites, qui sont seules ici représentées, des marnes grises et des calcaires marneux affleurer sur une épaisseur notable, mis à découvert par les érosions du Crétacé (argiles schisteuses noires). J'estime, du reste, que l'Oxfordien est ici très incomplètement représenté, les parties inférieures étant entièrement recouvertes par le Crétacé.

Je laisse de côté cette hypothèse de renversement, après cette discussion, qui m'a permis d'insister avec quelques détails sur la constitution géologique de l'Ouarsenis. J'aborde le fond de la question et je tiens à démontrer que même l'évidence d'une action de recouvrement n'aurait rien changé à la situation de la *Terebratula diphya* dans les couches de l'Oxfordien supérieur.

J'ai insisté, dans ma note, avec précision, sur la situation de la couche *b* (fig. 2), qui ne m'a fourni que deux exemplaires, mais bien en place, de *Terebratula diphya* var. *Catulloi* Pictet. Ces couches *a b c* de l'assise C, ne peuvent se prêter à aucune division; elles constituent une zone unique, visible ici sur 40 à 60 mètres: la zone

à marno-calcaires rognonneux, rougeâtres, lie-de-vin, avec taches verdâtres, riches en Ammonites, d'une conservation assez mauvaise en général. Si les couches supérieures *c*, que j'ai précisées, m'ont seules fourni *Amm. transversarius*, les espèces qui l'accompagnent sur ce point sont les mêmes que celles que l'on rencontre plus bas, *A. biplex (plicatilis)*, *A. tortisulcatus*, *A. arduennensis*, etc.

Mais en admettant même qu'il y ait lieu d'établir des niveaux différents, l'observation faite sur le versant sud, et citée, p. 12, indique nettement qu'il n'y a guère à en tenir compte pour le fossile en question. J'ai recueilli, en effet, *Terebratula diphya*, var. *Catulloi* ou *dilatata*, avec *Belemnites hastatus* à dix mètres environ au-dessus d'une couche de calcaires rognonneux rouges, riches en Ammonites, parmi lesquelles *A. transversarius*, *A. tortisulcatus*, *A. tatricus*, etc.

Cette couche à *diphya* se trouve ici au pied même des premiers bancs calcaires D.

J'insiste à nouveau sur ces deux observations qui se complètent l'une par l'autre, en démontrant clairement que cette assise C, dans les limites où je la comprends ici, représente la zone à *Amm. transversarius*, caractérisant l'Oxfordien supérieur.

Ce sont bien également des couches rougeâtres, d'aspect analogue, qui renferment les mêmes fossiles dans la région de Tiaret. Dans la province de Constantine, les couches oxfordiennes à *A. tortisulcatus*, *A. biplex*, *Bel. hastatus* ont encore ce même faciès de marnes et calcaires rougeâtres; c'est ainsi qu'elles ont été signalées par M. Brossard, par M. Peron, dans le Bou-Thaleb, où je les ai étudiées récemment, près du village d'Anouel; c'est aussi sous cet aspect qu'elles se présentent au Djebel Chellatatah de Batna, etc.

L'hypothèse émise par M. Bertrand semble, dans la pensée de son auteur, devoir rajeunir les couches à *Terebrat. diphya*, en les plaçant dans le Jurassique supérieur. C'est ce dernier point que je vais examiner, en continuant la comparaison avec la série jurassique du Bou Thaleb.

C'est auprès du village d'Anouel que M. Peron a signalé la superposition la plus complète des couches jurassiques, dans une coupe remarquable donnée comme type (Géologie de l'Algérie, p. 29). Voici ce que j'ai observé sur ce point: Au-dessus des marnes et calcaires rougeâtres oxfordiens, dominant le village à l'ouest, on trouve une assise de calcaires marneux et marnes grises, renfermant des Ammonites ferrugineuses, très déformées et indéterminables; cette assise n'a pas moins de 100 mètres d'épaisseur. Elle est surmontée en concordance par une puissante série de

calcaires durs, plus ou moins lithographiques, intercalés de marnes grises, pauvres en fossiles sur ce point, où je n'ai rencontré que des Ammonites en assez mauvais état et des Bèlemnites peu déterminables, mais qui paraissent correspondre à la série des couches de la gorge de l'Oued Soubella, où M. Peron a signalé une riche faune à *Ter. janitor*. Cette assise calcaire, dont les bancs rigides sont fortement redressés aux abords du village d'Anouël, n'a pas moins de 150 mètres d'épaisseur. La partie supérieure seule me paraît l'équivalent des couches à *Ter. janitor*. Il y a donc, sur ce point, entre les couches rouges oxfordiennes et les calcaires tithoniques, une puissante superposition de calcaires et de marnes.

En l'état actuel, et jusqu'à ce que des recherches minutieuses aient permis de recueillir quelques fossiles probants dans les couches D E F de l'Ouarsenis, supérieures aux marnes et calcaires oxfordiens, je suis porté à établir une comparaison entre ces couches, dont l'épaisseur totale est de 100 à 120 mètres, et la série calcaire que je viens de signaler à Anouël. C'est peut-être là l'équivalent des zones classiques à *Ammonites bimammatus* et *Amm. polyplocus*, qui, dans plusieurs localités classiques, renferment des rognons de silice, de même que les calcaires F de l'Ouarsenis ? Il me paraît inutile de m'égayer sur ces considérations hypothétiques.

En somme, nous voyons que dans le Bou-Thaleb, une puissante série marno-calcaire sépare les couches nettement oxfordiennes des assises à *Ter. janitor*. Rien n'autorise donc à supposer que cette série soit, à l'Ouarsenis, réduite à quelques mètres seulement, tandis que vers l'ouest, dont nous nous rapprochons ici plus que du Bou-Thaleb, les assises jurassiques suprâ-oxfordiennes prennent une grande puissance.

D'autre part j'ai recueilli, à l'Oued Soubella, dans les assises à *Ter. janitor*, une importante série de fossiles, que j'ai étudiée, et dans laquelle j'ai retrouvé les types les plus remarquables des Ammonites du Tithonique inférieur. Aucune des espèces ne peut s'identifier avec celles des couches de l'Ouarsenis. La *Ter. diphya* est absolument différente de *Ter. janitor*. Il me paraît seulement que je doive en excepter *Metaporhinus convexus*, recueilli à l'Ouarsenis dans la même couche que *Ter. diphya*, et qui, malgré un état de conservation imparfait, ne peut guère se différencier des individus de grande taille et très bombés de l'O. Soubella.

La comparaison que je viens d'établir ne fait que confirmer l'opinion émise de l'attribution à l'Oxfordien supérieur des couches qui renferment *Tereb. (Pygope) diphya (Catulloi Pictet)* à l'Ouarsenis, et qui ne sont absolument inséparables de la zone à

transversarius. Je tiens à bien remarquer que je n'ai pas voulu indiquer la base de l'Oxfordien, ainsi que ma note paraît l'avoir fait supposer. Quelque anormal que puisse sembler ce fait de localisation, je crois l'avoir suffisamment démontré par la discussion qui précède, pour qu'il ne reste plus d'ambiguïté à cet égard.

SÉANCE GÉNÉRALE ANNUELLE DE 1894.

ALLOCUTION PRÉSIDENTIELLE,

par M. M. BERTRAND.

Messieurs,

Lorsque, chaque année, dans notre séance annuelle, votre président vous apporte le bilan de notre situation et des changements survenus dans notre Société, c'est une loi inévitable que la part des regrets soit toujours la plus grande. Aux nouveaux confrères qui viennent parmi nous combler des vides toujours trop nombreux, nous ne pouvons adresser qu'un salut collectif d'affectueuse bienvenue; mais à ceux qui ont disparu, nous tenons à rendre un hommage individuel, en l'accompagnant du souvenir de leurs travaux.

J'ai à vous rappeler, aujourd'hui, devant vous, les noms de M. Puel, un de nos plus anciens confrères, membre de la Société depuis 1837; de MM. Mizzi et Deloisy, de M. Lionnet, dont M. Dollfus va nous rappeler les intéressants travaux; de MM. de la Moussaye et Gillot, dont l'intérêt toujours actif pour la géologie se rattachait à de longues méditations sur la philosophie et sur les lois générales de l'univers. En même temps qu'eux, nous avons perdu M. Dausse, inspecteur général des Ponts et Chaussées, qui a publié dans nos Mémoires, en 1837, une étude justement remarquée sur la forme et sur la constitution de la chaîne des Roussets, et qui, dans toute sa carrière d'ingénieur, comme en témoigne notre Bulletin, a porté une attention spéciale aux phénomènes de l'époque quaternaire et au rôle des terrasses alluviales; M. de Cossigny, collaborateur actif de la Carte géologique de France pour les régions de l'Aube et de la Haute-Marne, esprit curieux et précis, que ceux qui l'ont connu retrouvent tout entier dans ses notes sur les puits naturels, sur les argiles à silex et sur les silex de la craie; enfin, M. Ch. Grad, qui, comme M. Dausse et M. de Cossigny, ancien élève de l'École Polytechnique, était séparé de nous par ses devoirs de député au Reichstag allemand, mais qui a tenu, par un legs important, à nous laisser un témoignage de sa sympathie toujours vivante pour la science française.

La perte la plus cruelle et la plus vivement ressentie de l'année 1890 a été celle de M. Hébert. Tout a été dit depuis un an sur l'importance des travaux de M. Hébert et sur le rôle fécond de son enseignement; il restera le représentant, justement illustre, de toute une période de notre histoire géologique, celle où, surtout par son influence, la discussion des théories a fait trêve pour

laisser tous les efforts reportés vers l'accumulation des faits nouveaux et des observations plus précises. Ce n'est pas à moi de retracer ici la vie et l'œuvre de M. Hébert, mais je ne puis m'empêcher d'appeler l'attention sur la singulière fortune qui encadre en quelque sorte cette œuvre entre les deux plus puissantes synthèses qu'ait tentées notre siècle sur l'ensemble des connaissances acquises. L'Essai sur les systèmes des montagnes d'Elie de Beaumont et l'*Antlitz der Erde* de M. Suess marquent deux grandes dates dans notre histoire géologique, et la lecture de ces deux œuvres, admirables toutes deux à des titres si divers, permet de juger d'un coup d'œil le chemin parcouru dans l'intervalle qui les sépare. Je ne parle pas ici des vues théoriques, mais des matériaux mis en œuvre; entre les données sur lesquelles deux profonds génies ont pu s'appuyer à un demi-siècle d'intervalle, il y a un abîme; en cinquante ans, les observations amassées ont renouvelé les problèmes, qu'on avait crus trop tôt résolus. C'est la part de la France dans ce chemin parcouru, dans ce progrès accompli, que représente M. Hébert; ses propres études et celles de ses élèves y tiennent une place prépondérante; mais sur ceux-là même qui ne croyaient pas marcher à sa suite, son influence s'est fait sentir d'une manière manifeste et peut se résumer en peu de mots : le respect des faits et l'oubli de la théorie. La théorie n'en a pas perdu ses droits; mais cet oubli momentané pouvait seul en servir efficacement les progrès.

Une des raisons de l'influence de M. Hébert, un de ses titres à notre respect, a été qu'il a toujours payé de sa personne, toujours prêt, malgré l'âge, à étendre sur le terrain le domaine de ses recherches, toujours prêt à défendre, dans nos séances, ses idées avec la même vivacité. Passionné pour la vérité et dédaigneux du reproche immérité d'intolérance, il personnifie dans nos souvenirs les grandes discussions qui, autrefois, animaient si souvent nos séances, et qu'on semble maintenant presque soucieux d'en bannir. Si l'on est d'accord aujourd'hui sur une partie des questions qu'on discutait alors, il y a encore sur bien des points, et il y aura toujours des idées opposées en présence. On dirait presque aujourd'hui qu'elles craignent de se heurter dans cette enceinte. Qu'il me soit permis, en rappelant le souvenir de M. Hébert, de regretter ces débats publics, où n'aurait rien à perdre l'affectueuse estime qui unit tous les membres de la Société, et où la science a tant à gagner, non parce qu'ils peuvent entraîner une conviction immédiate, mais parce qu'ils mettent en lumière l'intérêt des questions, les portent à leurs plans respectifs et en hâtent ainsi la solution.

M. Hébert a visité presque tous les pays de l'Europe, et partout il a reçu l'accueil empressé qui était dû à sa haute situation scientifique. Il aimait à reporter en partie la cordialité de cet accueil à son titre de membre de la Société géologique, il aimait à dire quel prix notre Société attache aux adhésions venues de l'Étranger ; et quand, l'année de l'Exposition, il a souhaité la bienvenue en votre nom aux membres de la session extraordinaire de Paris, la dernière fois qu'il a pris ici la parole, il a rappelé avec complaisance ce caractère d'internationalité dont notre Société se fait honneur. Je me souviens de ces paroles, et je sens bien vivement la force de ces liens, au moment où j'ai à énumérer les pertes que nous avons faites cette année hors de France ; ce sont quatre confrères éminents que la mort a effacés de nos listes : MM. Tchihatcheff, Gilliéron, Alph. Favre et Neumayr.

M. Daubrée a bien voulu, dans une intéressante notice, retracer les travaux de M. Tchihatcheff, l'infatigable voyageur, qui a tant augmenté nos connaissances sur l'Asie-Mineure. Gilliéron et Alph. Favre ont été au contraire les explorateurs assidus d'une région limitée. l'un autour de Fribourg, l'autre autour de Genève et du Mont-Blanc ; tous deux, quoique inégalement célèbres, ont attaché leur nom à cette grande œuvre, patiemment poursuivie, terminée aujourd'hui, qui a abouti à la publication de la carte géologique de la Suisse, et à la connaissance d'une des parties les plus intéressantes de la chaîne alpine. Nous n'avions vu Gilliéron qu'une fois parmi nous, à la réunion de Bretagne ; Alph. Favre a organisé en 1883 la réunion de Genève, qui a laissé à tous les membres présents des souvenirs si vifs et si profonds.

Tchihatcheff, Gilliéron et Favre, ont du moins eu le temps de consacrer à la géologie une carrière bien remplie et des forces longtemps conservées. Il n'en a pas été ainsi pour Neumayr ; il est mort frappé avant l'âge, en pleine jeunesse, au milieu de ses travaux interrompus. Sans doute, avec ses belles recherches paléontologiques, avec ses études d'une originalité et d'une science si profonde sur la période jurassique, avec son grand livre de vulgarisation, *die Erdgeschichte*, il a fait assez pour assurer sa renommée ; il n'a pas eu le temps de faire assez pour la science et de réaliser tout ce qu'elle pouvait attendre de lui. Il est mort, m'a écrit M. Suess, arrivé à la hauteur où les grandes perspectives commencent à s'ouvrir. Il a travaillé jusqu'à sa dernière heure ; déjà gravement malade, il dictait encore les descriptions de nouvelles espèces jurassiques rapportées du Daghestan. Peut-être même, comme pour notre cher et regretté Fontannes, l'excès de travail a-t-il hâté sa fin.

Tous les géologues français s'associeront au respectueux hommage que j'adresse à sa mémoire.

Je ne puis en terminant m'empêcher de me demander comment une science qui inspire de pareils dévouements, qui procure de si réelles jouissances, qui s'adresse à la fois au goût des collections et à l'amour de la nature, ne recrute pas chaque année de plus nombreux adeptes, ou comment, si le nombre s'en accroît, ils sont si lents à venir à nous. C'est une question que, bien des fois, chacun à leur tour, se sont posée vos présidents successifs, en constatant que le nombre des membres restait à peu près stationnaire; pas plus que mes prédécesseurs je n'ai la prétention de la résoudre. Et cependant il me semble que l'exemple des deux maîtres dont nous déplorons la perte peut nous apporter un double enseignement : M. Hébert, comme je viens de le rappeler, n'a jamais hésité à consacrer à la propagation ou à la défense de ses idées une parole vibrante et parfois passionnée; Neumayr n'a pas craint de dépenser plus d'une année à la publication d'une œuvre de vulgarisation. Peut-être, à mesure que la division nécessaire du travail sépare de plus en plus les voies et multiplie les problèmes, ne songeons-nous plus que trop rarement à mettre en lumière la portée des questions auxquelles nous consacrons nos efforts. Il est juste que chacun s'inquiète avant tout du progrès qu'il peut réaliser par son propre travail, mais nous ne devrions pas craindre de rappeler quelquefois l'idée dissimulée derrière les faits de détail, de faire ressortir les problèmes en montrant les divergences d'opinions, de nous agiter un peu pour montrer que nous marchons. Notre Bulletin ne s'adresse qu'aux travailleurs; il faudrait que nos séances s'adressent aussi aux amis de la science, aux esprits curieux et non pas seulement aux initiés; il faudrait oublier quelquefois que nous appartenons à une génération qui a eu à réagir contre des généralisations prématurées, et ne pas trop craindre à notre tour qu'on n'ait à réagir contre nous. La discussion à haute voix, pendant les séances et non après les séances, et le souci de vulgarisation des idées, le goût des querelles d'école, dirai-je presque, voilà, je crois, ce qui nous manque, voilà ce que je me permets de nous souhaiter à nous-mêmes. C'est un conseil qui gagnerait à sortir d'une bouche plus autorisée; j'abuse peut-être en le formulant, d'une dignité passagère; mais je compte du moins sur votre bienveillance, dont ma présence à cette place est une preuve si manifeste, pour ne pas mal interpréter mes paroles, et pour ne pas m'accuser pour si peu, ni d'être un esprit batailleur, ni d'envier, pour mes confrères ou pour moi-même, la réputation d'un Jules Verne.

RAPPORT SUR LE PRIX FONTANNES,

par M. M. BERTRAND.

La Commission chargée de décerner le prix Fontannes a, dès sa première séance, et sans qu'une entente préalable de ses membres ait été nécessaire, arrêté ses suffrages sur notre confrère M. Barrois. Le prix doit être décerné au meilleur travail stratigraphique fait dans les cinq dernières années; l'embarras n'a commencé que quand nous avons mis M. Barrois en concurrence avec lui-même, et quand nous nous sommes demandé auquel de ses nombreux travaux sur la Bretagne il convenait d'accorder la préférence.

Votre Commission a pensé qu'il n'y avait pas lieu de faire une pareille distinction, et qu'elle respectait à la fois le texte et l'esprit du règlement, en couronnant non pas un mémoire déterminé, mais l'ensemble d'une œuvre stratigraphique. Cette œuvre, une des plus vastes qu'ait entreprises aucun géologue français, n'est pas encore achevée; mais, parmi les nombreux résultats déjà acquis, ceux qui nous ont semblé particulièrement dignes d'être mis en lumière, sont ceux qui sont relatifs à l'âge et à la stratigraphie des roches éruptives.

Les nombreuses variétés de granites de la Bretagne ont depuis longtemps appelé l'attention. Bien des groupements ont été essayés; mais, jusqu'à ces dernières années, l'opinion a prévalu que les granulites seules pouvaient être postérieures au Dévonien. Dans sa magistrale étude sur le granite de Rostrenen, M. Barrois a montré qu'il existait des granites datant de l'époque carbonifère, postérieurs aux granulites qu'on croyait les plus récentes, et il a ainsi provoqué une modification profonde dans nos idées théoriques.

Mais, ce qu'on ignorait absolument, c'était l'existence en Bretagne d'éruptions venues au jour, de centres de coulées et de projections, ayant accompagné ou interrompu, pendant toute la période silurienne, les phénomènes sédimentaires: dans le Trégorrois, les épidiorites, les porphyrites, les microgranulites et les porphyres pétrosiliceux, viennent s'intercaler dans la série cambrienne. Dans le Menez Hom, les diabases et les porphyrites s'espacent du Silurien moyen au Silurien supérieur; des tufs, avec blocs projetés, bombes, lapilli et cendres, montrent qu'il y a eu là de véritables volcans, avec formation de scories bulleuses et émanations gazeuses. L'activité de ces volcans s'est manifestée d'une

manière intermittente pendant de longues périodes, dont la stratigraphie et la paléontologie permettent de fixer exactement les limites.

Ces faits, mis en lumière avec une grande sagacité, et démontrés avec toute la rigueur désirable, n'ont pas seulement une importance régionale; ils n'ajoutent pas seulement une page nouvelle à nos connaissances sur l'histoire de la Bretagne. C'est l'histoire même des phénomènes éruptifs qu'ils éclairent pour nous d'un jour nouveau.

On sait que les anciennes théories attribuaient à l'époque permocarbonifère le privilège des éruptions porphyriques. Déjà les découvertes de M. Michel Lévy, dans le Beaujolais, avaient porté un premier coup à cette théorie, en nous montrant des porphyrites intercalés dans le Cambrien. M. Bigot avait signalé des galets de microgranulite dans les poudingues pourprés. Enfin, les travaux des géologues anglais et américains avaient mis à néant tout au moins la généralité de l'ancienne théorie. Le sol français pouvait encore lui servir de refuge; c'est ce dernier refuge que lui enlèvent les découvertes de M. Barrois, en unissant d'un lien plus intime l'histoire de la France et de l'Angleterre méridionale. D'ailleurs, comme toutes les découvertes importantes, elles en appellent déjà d'autres; et M. de Lapparent vient de nous signaler, à Jersey, une série semblable à celle du Trégorrois.

A côté de l'importance des résultats acquis, il faudrait insister aussi sur la difficulté d'observations qui avaient si longtemps échappé aux prédécesseurs de M. Barrois, et sur l'intérêt des études pétrographiques, par lesquelles il a précisé la portée de sa découverte. Nous croyons donc que, même parmi les travaux stratigraphiques de M. Barrois, aucun ne méritait mieux le prix Fontannes; et, pour ma part, sachant en quelle estime Fontannes tenait les travaux de notre confrère, sachant quel intérêt il portait à toutes les branches de la science et dans quel sens large il entendait le mot de stratigraphie, je suis certain que, s'il avait pu guider notre choix, il l'aurait sans hésitation arrêté sur le nom que nous avons désigné.

NOTES SUR L'HISTOIRE ET LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE
DES CHAINES ALPINES DE LA MAURIENNE,
DU BRIANÇONNAIS ET DES RÉGIONS ADJACENTES (1),

par M. W. KILIAN.

Une série d'explorations effectuées cet été pour le compte du service de la Carte géologique détaillée de la France, dans la portion des Alpes françaises, comprise entre la haute vallée de l'Isère, la frontière italienne et la haute vallée de l'Ubaye, portant par conséquent sur une partie de la Tarentaise, la Maurienne, le Briançonnais et une fraction de la haute Provence, nous a fourni quelques résultats d'un intérêt général que nous présentons ici sous forme de notes en attendant le moment où les explorations de nos collègues et les nôtres seront assez avancées, pour permettre de publier un mémoire d'ensemble ou une suite de grandes monographies sur les Alpes françaises. Ces observations concordent en grande partie avec les interprétations adoptées depuis quelques années déjà, par nos confrères du Service géologique d'Italie, MM. Zaccagna et Mattiolo et avec celles de MM. Michel Lévy, Potier, Marcel Bertrand, Termier et Haug, en France.

Appelé à continuer l'œuvre d'un Maître auquel la géologie des Alpes occidentales doit ses progrès les plus importants, nous n'oublierons jamais, quels que soient les résultats de nos recherches, que notre point de départ a été l'œuvre magistrale de Lory. C'est à lui que nous devons en effet la connaissance de la plupart des assises si variées qui prennent part à la constitution des Alpes françaises et s'il se dégage parfois de nos études détaillées des interprétations différentes de celles de l'auteur de la *Description géologique du Dauphiné*, on verra que la haute valeur des travaux de Ch. Lory n'en subit aucune diminution. C'est une des lois du progrès que cette évolution de nos connaissances et l'on peut dire que les persé-

(1) Manuscrit déposé au Secrétariat le 14 mai 1891.

Depuis la présentation de ce travail, M. Haug a eu l'obligeance de nous communiquer son beau mémoire sur les chaînes subalpines entre Digne et Gap, qui sera incessamment publié dans le Bulletin du Service de la Carte géologique de France et comme thèse pour le doctorat. D'autre part, nous avons effectué une série de nouvelles explorations, qui nous ont révélé quelques faits intéressants. Ces observations feront, de notre part, l'objet de notes ultérieures; nous ne pouvons en signaler ici (en note) que les résultats les plus importants.

(Note ajoutée pendant l'impression, 6 septembre 1891).

vérantes recherches de notre prédécesseur y ont puissamment contribué ; sans la base solide qu'elles nous ont fournie, il nous aurait été assurément impossible de formuler les conclusions qui font l'objet de ce travail.

Nous nous sommes décidé à livrer d'ores et déjà ces notes à la publicité, quoique nous eussions préféré compléter par de nouvelles explorations les descriptions que nous donnons ici. Il nous a néanmoins semblé utile d'attirer dès maintenant l'attention de nos confrères sur les problèmes intéressants et difficiles que soulève l'étude détaillée de la zone du Briançonnais et dont l'avenir nous réserve encore la solution. On voudra bien nous excuser si nous avons laissé de côté à plusieurs reprises de nombreux renvois bibliographiques relatifs à des localités que d'autres avaient explorées avant nous. Nous avons commencé la publication d'une bibliographie géologique des Alpes françaises qui aidera, nous l'espérons, nos confrères dans le dépouillement des travaux très nombreux concernant notre région. Une série de listes ont été déjà publiées par nous dans une revue dauphinoise (1), elles sont destinées à être réunies plus tard en un répertoire, classées par ordre de matières et par noms d'auteurs et résumées en un travail historique qui pourra former l'introduction du mémoire d'ensemble auquel nous avons fait allusion plus haut.

Au moment où nous écrivons ces lignes, nous recevons le beau mémoire de M. C. Diener sur la structure des Alpes occidentales (2). Cette intéressante monographie, où nous trouvons pour la première fois une esquisse d'ensemble embrassant la partie de la chaîne alpine comprise entre la Méditerranée et le Tyrol, est destinée à susciter de nombreuses recherches. L'auteur nous présente une synthèse précieuse de tous les résultats acquis et tire un parti excellent des études dont cette région a été l'objet jusqu'à ce jour ; en même temps, il nous montre clairement ce qui reste à faire pour arriver à une connaissance satisfaisante des Alpes occidentales.

Nous renverrons souvent le lecteur, dans le cours de ces notes, au mémoire de M. Diener, mais nous nous réservons de revenir dans une autre circonstance sur cet important ouvrage, sur les

(1) *Le Dauphine. Revue littéraire, historique, etc.* Grenoble, X. Drevet, éditeur.—Notes bibliographiques pour servir à l'histoire géologique des Alpes françaises, par W. Kilian, avec la collaboration de P. Lory, Nos 1500 à 1566 (26^e et 27^e années 1890 et 1891).

(2) Dr Carl Diener. *Der Gebirgsbau der Westalpen*, 8^o, 2 cartes, v + 243 p. Vienne Tempsky. 1891.

judicieuses remarques et les nombreux aperçus nouveaux qu'il contient; nous aurons alors plus de documents pour élucider certains points où l'auteur nous semble s'être trop hâté de formuler des conclusions peut-être un peu prématurées.

Nos recherches ont eu lieu principalement dans la bande de terrains sédimentaires qui se trouve intercalée entre les zones cristallines du Mont-Blanc et du Mont-Rose, c'est-à-dire dans ce que Lory a appelé les 2^e et 3^e zones Alpines et que M. Diener vient de réunir très heureusement sous la dénomination de « Zone du Briançonnais ». Ces notes sont destinées à compléter celles que nous avons récemment publiées dans divers recueils (1).

Les faits que nous tenons à signaler à l'attention de nos confrères ont trait :

- 1^o à la constitution et à l'âge de diverses assises ;
- 2^o à la structure (tectonique) de la région étudiée ;
- 3^o à l'histoire des mouvements du sol dans les chaînes alpines.

1^o STRATIGRAPHIE

SCHISTES GRIS LUSTRÉS

Les schistes gris lustrés et les schistes calcaréo-talqueux du Queyras sont partout nettement inférieurs aux assises triasiques, et à Combe-Brémond (Ubaye) aux argilolithes que nous rapportons au système permien. Entre le lac du Paroird et le Longet, à Maurin (Haute-Ubaye) et près de Château-Queyras, ils sont recouverts directement par les quartzites triasiques (fig. 1) mais, dans beaucoup de cas, la disparition mécanique de ces derniers, a amené les calcaires triasiques en superposition immédiate sur les schistes (cime du Gondran, près Briançon, Bardonnèche, lac du Paroird (fig. 2), Péou-Roc, La Barge (Haute-Ubaye).

Au col Longet (Basses-Alpes), les Schistes lustrés passent insensiblement, vers le bas, à des schistes micacés et à des roches gneissiques. Ils forment l'axe d'une série d'anticlinaux coupés par

(1) Voir : *Comptes-rendus des séances de la Soc. de Statistique de l'Isère*, 17 mars, 24 nov. et 22 déc. 1890. — Sur la structure du massif de Varbucho (Savoie), *Bull. Soc. d'hist. natur. de Savoie*, Chambéry, mars 1891. — Contribution à la connaissance géologique des chaînes alpines entre Moutiers (Savoie) et Barcelonnette (Basses-Alpes). Terrains antérieurs au Jurassique (*C.-R. Ac. des Sciences*, 5 janvier 1891). — *C.-R. somm. S. G. F.*, 15 déc. 1890 et 2 fév. 1891.

l'Ubaye entre le col de Longet et Sérenne, et l'on peut voir très nettement (fig. 3) les synclinaux occupés par les quartzites et les calcaires triasiques ployés en V. Ils constituent également le sommet (3396^m), du Grand Rubren, d'où M. Coolidge en a détaché des échantillons déposés dans les galeries de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

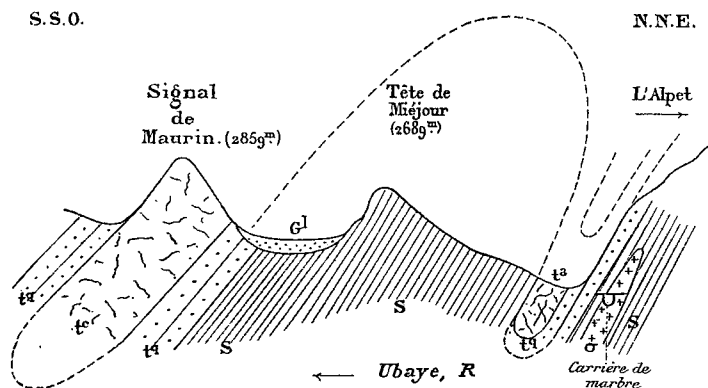


Fig. 1.

Coupe relevée dans la haute vallée de l'Ubaye, en face de Combe-Bremond (sur la rive gauche de l'Ubaye).

- | | |
|--|---------------------------|
| Gl. Glaciaire. | tq. Quartzites. |
| tc. Calc. et dolomie triasique. | S. Schistes lustrés. |
| t ³ . Gypses et Cargneules. | σ. Serpentine de Maurin. |
| | U Carrière de Serpentine. |

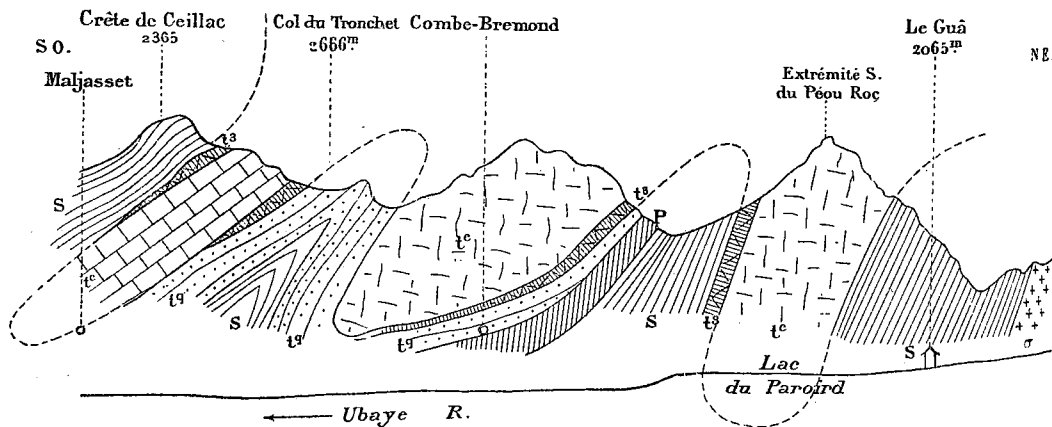


Fig. 2.

Coupe relevée sur la rive droite de l'Ubaye.

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| tc. Calc. et dolomies du Trias. | P. Permien. |
| t ³ . Cargneules. | σ. Serpentine. |
| tq. Quartzites. | S. Schistes lustrés. |

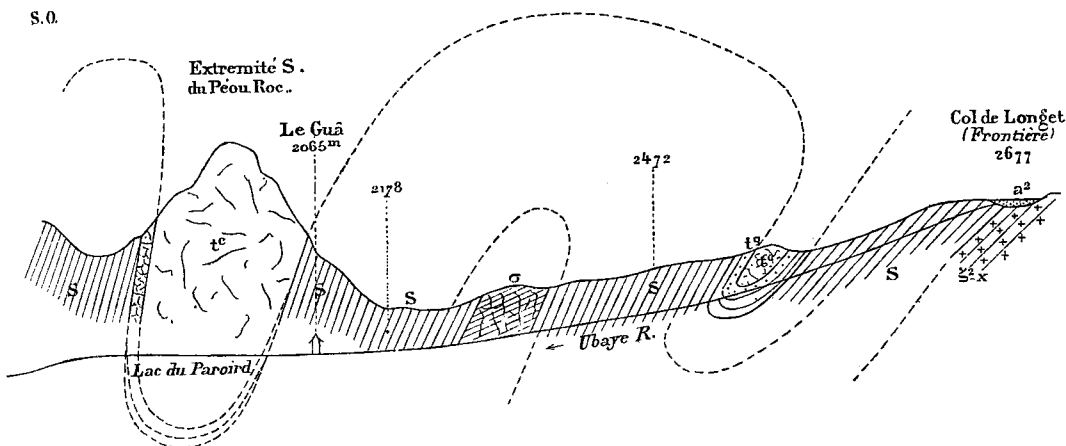


Fig. 3.

Coupe théorique du Lac du Paroird à la source de l'Ubaye.

ζ²x. Schistes micacés.
 σ. Serpentine.
 S. Schistes lustrés.
 tq. Quartzites.

tg. Cargneules.
 tc. Dolomies du Trias.
 a². Alluvions tourbeuses.

De vastes étendues sont encore occupées par ces schistes entre Bardonnèche, Oulx et Cézanne (Italie), ainsi que dans le Queyras. On y remarque des bancs de *calcaire* cristallin noirâtre, devenant bleuâtre par l'exposition à l'air. Au Gondran, près Briançon, ils sont violacés, à grain plus fin que dans les autres localités du voisinage.

De nombreuses intrusions de roches serpentineuses (1) s'y présentent aux environs de Saint-Véran, de Maurin, au col de la Noire (2999^m), près de Cézanne (route de Clavières). Elles sont généralement veinées de calcite, de chrysotile et d'asbeste.

(1) Ces marbres ont été exploités dès 1830 environ; actuellement, on les extrait de six carrières: Deux à Saint-Véran (une ancienne exploitation: Cascavelier, près du Pic Noir, et une nouvelle au quartier de Pénilières), une au Longet, une à Maurin, une au Cristillan et une au grand Rubrent. Plusieurs de ces filons se poursuivent jusqu'en Italie: celui de Maurin traverse le massif de Pelvat et se continue vers Bellino, celui de Mary se suit jusqu'au-dessus d'Accheglio. Entre Saint-Véran et la Chapelle de Saint-Clauzits, deux de ces filons sont traversés par le chemin du col Blanchet et sont dirigés environ N. 60° E. magn. Une grande partie des roches vertes que charrie la Durance doivent lui être apportées par la Cerveyrette et par le Guil et ses affluents, qui traversent une région très riche en variolites et en serpentines (Saint-Véran etc.), alors que la Durance elle-même ne baigne des roches de cette catégorie qu'au voisinage immédiat de sa source.

Les Schistes lustrés renferment également, près des cols de la Noire et du Longet, des bancs de *quartzites* (les bornes limitant la France et l'Italie en sont formées).

L'identité des schistes des environs de Modane (le Pras) avec ceux de Cézanne, du Queyras et de Maurin dans la Haute-Ubaye est incontestable, comme l'est aussi la continuité de leurs affleurements. Cependant leur teneur en calcaire varie beaucoup : tandis que les échantillons de Château-Queyras et de l'Ubaye font effervescence à froid avec les acides, ceux de St-Véran et du Gondran ne produisent pas cette réaction (1). En remontant l'Ubaye jusqu'à sa source, on voit très nettement, comme nous l'avons déjà indiqué, les Schistes lustrés passer insensiblement à des Schistes micacés traversés par des filons de quartz et inclinés, comme les Schistes lustrés, vers l'O. Des bancs gneissiques alternent avec ces schistes micacés (2).

Sous les noms de groupe des schistes de Casana, des schistes lustrés et bigarrés (gris et bleus), dans les Alpes occidentales et en Suisse ; groupe des Phyllites (schistes argileux, schistes argilo-miacés, schistes quartzeux, calcschistes), dans les Alpes occidentales et le Tyrol, on a figuré sur les cartes des schistes d'âge très variable, désignés aussi habituellement par le nom de « Schistes métamorphiques », ou par celui de « Schistes d'âge indéterminé ». Divers auteurs en ont détaché une bande importante, s'étendant du Valais à la Ligurie, pour la rattacher au Trias, à l'exemple de Lory. Les Schistes des Grisons (Bündner Schiefer de Théobald) des anciennes cartes ont été également démembrés ; une partie a été réunie aux Schistes métamorphiques, une autre aux Schistes cristallins, une dernière enfin (au nord de Coire) au Flysch (Crétacé supérieur et Éocène). La lumière est loin d'être faite sur ces formations

(1) Voir les recherches microscopiques de M. Termier sur les Schistes lustrés du massif de la Vanoise. (*C.-R. Ac. Sc.* t. XCII, p. 900). Cet auteur distingue aussi dans cette formation deux faciès, dont l'un comprend des roches à carbonates et l'autre des roches sans carbonates.

(2) M. Michel Lévy a bien voulu examiner une préparation de ces schistes recueillie par nous au col du Longet (altitude 2672^m). Voici le résultat de son étude :

Schiste ou mieux quartzite, à mica blanc et *glaucofane*.

Composition sommaire : Quartz, mica blanc en partie sériciteux, en partie lamelleux (c'est-à-dire en grandes lamelles). Chlorite abondante. Enfin, dans certaines traînées, calcite et prismes de glaucofane peu colorée, mais bien caractérisée avec son polychroïsme : suivant n_g — bleu azur pâle

— n_m — violet pâle

— n_p — jaune très pâle.

L'aspect général rappelle un schiste du ζ^2 ou du X (partie supérieure des Schistes cristallins de la légende de la carte géologique détaillée de la France).

schisteuses, et il est certain que l'avenir modifiera singulièrement les contours actuellement donnés pour ces terrains dans la zone Mont-Cenis-Cuneo.

L'assise dont nous nous occupons ici (1) est manifestement celle que M. Diener désigne (*loc. cit.*, p. 16 et suiv. ; p. 103 et suiv.) sous le nom de « *Kalkphyllite*. » Cet auteur montre (*loc. cit.*, p. 101, 108), que l'on a souvent confondu sous le nom de Schistes lustrés, comme sous la dénomination de Bündner-Schiefer, des dépôts schisteux d'âges très divers; néanmoins, si l'on détache de cet ensemble les schistes lustrés triasiques du Val Ferret, les schistes jurassiques à Bélemnites décrits par M. C. Schmidt et par d'autres auteurs, et des assises feuilletées appartenant au Flysch, il subsiste une masse puissante de phyllites qui n'ont jamais fourni de fossiles, et qui, par leur position, se révèlent comme très anciens. Ces dépôts qu'il est, paraît-il, possible de distinguer pétrographiquement (Diener, *loc. cit.*, p. 104, 105, 107) des précédents, forment ce que l'auteur nomme le Groupe des « *Kalkphyllite*, » et se rattachent au système des *Pietre verdi* des géologues italiens.

On sait que MM. Vasseur et Carez, se basant sur les travaux de leurs confrères d'Italie, ont représenté par la teinte des formations paléozoïques, une large zone de schistes allant d'Oulx à Coni par Cézanne et Aiguilles, laissant en Trias une autre bande plus étroite, située à l'ouest de la précédente. M. Zaccagna (2) a publié, en 1887, une petite carte géologique au $\frac{1}{1000000}$ des Alpes occidentales; il a indiqué en « Prépaléozoïque » (Schistes cristallins), une grande partie des formations schisteuses situées entre Cézanne, Saint-Véran et le Viso, et n'a laissé comme Trias qu'une bande étroite allant de Briançon à Arvieux, Ceillac et Maurin. Sur la carte au millionième du Service français, le tracé, dû aux explorations de Lory, porte, au contraire, une zone triasique très étendue, comprenant non seulement les schistes des environs de Suse et du Mont-Cenis (prépaléozoïques pour M. Zaccagna), mais ceux de Cézanne, d'Aiguilles, de Saint-Véran, etc... Suivant en partie les tracés de M. Zaccagna, M. Noé (3) a fait figurer comme Schistes cristallins la bande Suse-Cézanne-

(1) C'est sans doute par erreur que M. Diener parle de « schistes » lustrés triasiques recouvrant les calcaires à Diplopores du lac Paroird. Nous pouvons affirmer que les calcaires de la Haute-Ubaye sont tous plus récents que les Schistes lustrés de cette région, quoiqu'un examen superficiel puisse faire croire le contraire. — (Voir fig. 3).

(2) D. Zaccagna, Sulla Geologia delle Alpi occidentali *Boll. del R. Com. Geol.*, 1887, Nos 11 et 12.

(3) Fr. Noé : Geologische Uebersichtskarte der Alpen, 1 : 1.000.000. Wien, 1890 (Holtzel).

Aiguilles et a conservé comme triasique, outre la zone portée comme telle par M. Zaccagna, un grand massif entourant Modane et la Vanoise ; il en résulte en fait, *que suivant qu'ils se trouvent en Italie ou en France, les mêmes Schistes lustrés ont été portés en Trias ou en Terrain primitif.*

Il demeure réservé aux recherches futures de modifier entièrement les tracés géologiques de cette zone frontière de nos Alpes ; pour ceux qui connaissent un peu cette région, il est incontestable que les figurés donnés jusqu'à ce jour sont tous basés sur une interprétation erronée, provenant de l'âge que tour à tour l'on a attribué aux « *Schistes lustrés* » rattachés par Lory au Trias, par M. Bonney et par les membres du Comité italien à la série ancienne. Un accord a été conclu récemment à la suite d'explorations faites en commun par des géologues (1) des services italien et français, pour considérer ces schistes comme antérieurs au Trias. Il y aura donc à les détacher des autres termes incontestablement triasiques avec lesquels ils sont confondus sur la carte au millionième du Service français. Quant aux contours de MM. Carez, Vasseur et Noé, qui ont pour résultat de figurer à l'est les schistes lustrés comme antérieurs au Trias (Château Queyras, Aiguilles), de les laisser au contraire vers l'ouest (en France, Lans-le-Bourg, Mont-Cenis) en partie sous la même teinte que les gypses et les quartzites triasiques, ils ne correspondent qu'à une espèce de compromis, en quelque sorte imposé par l'état encore peu avancé des levés géologiques dans cette partie des Alpes, à l'époque de la publication de ces cartes. Quoi qu'il en soit à cet égard, nous pouvons affirmer que les schistes calcaréo-talqueux (schistes gris lustrés), qui se montrent aux environs de Maurin, dans le Queyras, à Cézanne, Bardonnèche et près de Modane (Le Pas), appartiennent à une même formation et possèdent les mêmes caractères pétrographiques. Nous venons d'en fixer la position stratigraphique. Lory, qui les considérait comme triasiques, avait fait rentrer dans ce système des Schistes lustrés, des brèches micacées très développées aux environs de Moutiers en Tarentaise (2), et qui, ainsi que nous le verrons plus bas, appartiennent au Nummulitique. En d'autres points, il avait aussi désigné des schistes satinés, bariolés, qui font réellement partie du système triasique.

Du reste, la position même qu'occupent, dans l'ensemble des

(1) V. Cotteau : La Géologie à l'Exposition universelle de 1889. Auxerre 1890, p. 24.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. I, p. 277, et *ibid.*, 2^e sér., t. XXIII, p. 480 et suiv. 1866). (Sur la stratigraphie des Alpes Graies et Cottiennes).

zones alpines, les affleurements des Schistes lustrés, est, à nos yeux, décisive pour les considérer, en grande partie au moins, comme paléozoïques, ou même plus anciens. On distingue, dans la chaîne des Alpes, sur la carte récente de M. Noé, une *zone centrale* constituée par les *Schistes cristallins*, avec leur cortège de cipolins, d'amphibolites, de serpentines, etc., que percent des roches granitoides, et qui portent encore des lambeaux de sédiments paléozoïques (Schistes lustrés dans les Alpes occidentales; Phyllites, Dévonien, Silurien et Carbonifère marin dans les Alpes autrichiennes) et de Trias à facies variés, suivant qu'on les étudie à l'est ou à l'ouest de la chaîne. Emergeant, près de Gratz, des sédiments tertiaires du bassin danubien, cet axe central cristallin s'étend jusqu'au Piémont, offrant seulement quelques particularités (fractures d'affaissement du Prätigau, etc.) qui n'en troublent que peu la manifeste continuité. Or, les affleurements paléozoïques affectent à l'est dans leur disposition *une symétrie assez nette par rapport à l'axe central*. C'est ainsi qu'à part quelques parcelles insignifiantes et un massif plus étendu à l'extrémité orientale de la chaîne, là où la zone cristalline s'épanouit à la manière d'un éventail et va disparaître en deux branches sous les sédiments tertiaires (au nord-est et au sud-est de Gratz), ils forment deux bandes allongées dans le sens général de la chaîne : au nord entre Neustadt et Innsbruck, au sud de Klagenfurt à Mauthen et Brixen par exemple. Nos Schistes lustrés occupent précisément par rapport aux massifs cristallins de la zone du Mont-Rose une position homologue de celle qu'affectent les bandes paléozoïques des Alpes orientales des deux côtés des massifs cristallins.

Examinons maintenant les diverses hypothèses qui pourraient être faites relativement à l'âge de cette formation, dans les Alpes françaises.

Les Schistes lustrés (*sensu stricto*) ne peuvent être nummulitiques parce que dans la vallée de la haute Ubaye ils sont nettement inférieurs aux quartzites, aux roches vertes considérées comme permianes et qu'ils reposent (col du Longet) sur des schistes micacés (fig. 3) probablement très anciens. Ils ne peuvent être interprétés, dans aucune des localités étudiées par nous, comme se rattachant au Trias ou représentant du Jurassique modifié, pour la même raison et parce qu'en admettant cette hypothèse, il serait impossible de se rendre compte de la structure de la région où ils affleurent.

Ils pourraient être considérés comme carbonifères; nous n'avons, en effet, pu constater en aucun point la superposition du terrain houiller sur ces schistes. De plus, la présence des Schistes lustrés semble exclure celle des grès houillers, qui n'existent pas là où nous

avons étudié ces derniers. Cependant l'étendue et l'homogénéité de cette formation de schistes ainsi que leurs connexions stratigraphiques avec les schistes cristallins paraissent plutôt militer en faveur d'un âge plus ancien.

En résumé, s'il est permis en se basant sur la superposition des couches et sur la distribution des affleurements, d'affirmer que les schistes calcaréo-talqueux du Queyras sont *antérieurs au Permien*, rien, jusqu'à présent, n'autorise à les attribuer à un étage déterminé de la série paléozoïque.

TERRAIN HOULLER.

Le terrain houiller forme le grand anticlinal (1) (et non synclinal) en éventail de la troisième zone, à droite et à gauche duquel ont eu lieu des glissements et des étirements de couches, accidents qui ont reçu de Lory les noms de « failles de Saint-Michel et de Modane ». Ce terrain se montre en outre dans quelques anticlinaux de la deuxième zone (Saint-Jean-de-Belleville, Moutiers, etc.). Nous ferons observer à ce propos que le bassin houiller de la 3^e zone pourrait bien avoir été en communication avec ceux de la 1^{re} zone, car les affleurements de la vallée de Belleville et du col de la Madeleine, par exemple, sont bien près de ceux de Petit-Cœur en Tarentaise, et ceux-ci, à leur tour, très rapprochés des gisements de Cevin, etc.

Le terrain houiller disparaît à l'est d'une ligne Modane-Briançon-Saint-Paul (2) et semble céder la place aux Schistes lustrés.

Il n'y a rien de nouveau à signaler au point de vue de sa composition, sinon qu'il faut en distraire des assises bigarrées que Lory y avait incorporées (au col de la Ponsonnière (v. fig. 5 notamment), et les rattacher au Permien. Quoique aucun débris organique n'autorise à considérer comme permien ces dernières assises, leur intercalation concordante entre les grès houillers dont l'âge est bien connu (Houiller supérieur) et les quartzites triasiques, est significative et légitime cette interprétation : il faut remarquer toutefois que, quoique généralement la teinte rouge et violacée caractéristique du Permien n'apparaisse que dans les bancs supérieurs aux grès et conglomérats houillers, ce facies peut

(1) Alph. Favre avait, comme on sait, reconnu, dès 1867, la possibilité de cette disposition et avait opposé cette opinion à celle de Lory qui voyait dans la bande houillère de la 3^e zone un pli synclinal. (Rech. géol. dans les parties de la Savoie etc., voisins du Mont-Blanc, t. III, p. 253).

(2) Le Carbonifère n'a été encore constaté avec certitude en aucun point de la zone du Mont-Rose. (D'après M. Diener, loc. cit. p. 193).

s'étendre à une partie de ces grès (la Ponsonnière), et qu'alors la limite entre les deux systèmes est assez difficile à établir (1).

PERMIEN.

Un certain nombre de couches peuvent être rapportées au système permien. Ce sont : 1° Les phyllites verts à noyaux feldspathiques (anciens gneiss chloriteux) des environs de Modane, dont l'âge postérieur au terrain houiller, reconnu depuis longtemps par M. Lachat, a été établi par M. Zaccagna et confirmé par les explorations de MM. Potier, Bertrand et Termier — (nous avons retrouvé (2) ces phyllites dans la Vallée-Étroite, aux alentours du Thabor et au Plan de Phazy, près de Guillestre); 2° des grès kaolino-argileux à teintes vives et des argilolithes schisteuses vertes et lie-de-vin (Plan de l'Achat, alt. 1963^m), hameau des Mottes, dans le massif des Rochilles, Grand-Galibier, l'Argentière, Moutiers en Tarentaise); 3° des conglomérats à galets de quartz rose et blanc, débris kaolinisés, *fragments de porphyrite violacée*, et ciment argileux lie-de-vin ou quartzeux verdâtre (l'Argentière, Champ-Didier, Saint-Roch, près l'Argentière), *rappelant le Verrucano* (Sernifit) du canton de Glaris. L'existence de cet horizon intermédiaire entre les quartzites triasiques, auxquels le rattachent souvent des « Schistes argentins », talqueux et micacés, et le terrain houiller ou les Schistes lustrés, paraît générale dans les chaînes alpines du Briançonnais, où, malgré l'absence fréquente et la sporadicité caractéristique des dépôts permien, ces derniers sont constamment *concordants* avec les assises du Houiller et du Trias.

Voici les conditions où nous l'avons observé dans la zone du Briançonnais :

Près du village de l'Argentière (Hautes-Alpes) (fig. 4), on peut voir s'intercaler entre le terrain houiller et les quartzites du Trias, auxquels elles sont reliées par une transition graduelle, à la Chapelle Saint-Roch, des assises vivement colorées, formées d'argilolithes micacées violettes et rouge lie-de-vin, à grains de quartz, alternant

(1) Nous venons de voir que M. Termier (*loc. cit.*, p. 901), est arrivé à la même conclusion pour le massif de la Vanoise.

(2) M. Michel Lévy vient de nous montrer à la montagne du Prarion, près Saint-Gervais (Haute-Savoie), des couches fort analogues aux Phyllites de Modane, qui paraissent inséparables des Quartzites considérés jusqu'à présent comme triasiques. — Sur le flanc S.O. de ce même massif apparaît, *sous les Quartzites blancs du Trias*, un ensemble de poudingues et de schistes rouges et verts identiques au Verrucano du Briançonnais et que nous rapportons au Permien. — (*Note ajoutée pendant l'impression*).

avec des conglomérats également rougeâtres, contenant des galets de quartz et de porphyrite. On remarque aussi des schistes quartzeux roses contenant des débris kaolinisés et des paillettes de mica. Les

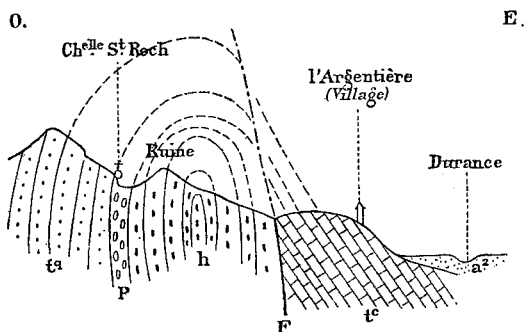


Fig. 4.

Coupe relevée à l'ouest du village de l'Argentière (Hautes-Alpes).

- | | |
|--|--|
| <i>h.</i> Terrain houiller. | <i>tc.</i> Calcaires schisteux du Trias. |
| <i>P.</i> Verrucano et argilolithes permienes. | <i>a².</i> Alluvions. |
| <i>tq.</i> Quartzites triasiques. | <i>F.</i> Faille (Glissement). |

assises peuvent être bien étudiées à un lacet de chemin, non loin de la chapelle.

Au Plan de Phazy, près Guillestre, une coupe menée du S. O. au N. E. donne la succession suivante : 1° Nummulitique ; 2° Calcaire dolomitique gris compact en dalles, très analogue aux calcaires triasiques du Briançonnais ; 3° Schistes verdâtres, siliceux, talqueux, satinés, verdâtres, à noyaux feldspathiques et quartzeux, rappelant beaucoup le Permien des environs de Modane ; 4° Quartzites du Trias inférieur ; 5° Gypses. L'inclinaison de toutes ces assises est la même : il est probable que les phyllites verts forment l'axe d'un pli isoclinal.

En amont de la Charmette, sur la route de Valloire au Galibier, on est frappé de voir apparaître sur le bord du chemin une roche vivement colorée, sorte de conglomérat lie-de-vin alternant avec des lits de schistes rouges ou verdâtres contenant des galets de quartz et des morceaux de kaolin. Cette roche forme des bancs réguliers reposant sur les grès houillers et recouverts par les quartzites du Trias.

Sur le versant occidental du Pic du Grand Galibier, on aperçoit, sous les quartzites, une roche quartzeuse, verte, à taches violacées, qui représente probablement aussi le Permien. En outre, auprès du hameau des Mottes, les quartzites reposent sur un ensemble de couches schisteuses rouges et de conglomérats identiques à ceux de

l'Argentière (Hautes-Alpes) et très analogues au Verrucano (Sernifit) des géologues suisses. Nous possédons des échantillons de cette dernière roche qu'il est presque impossible de distinguer des fragments du conglomérat des Mottes ou de l'Argentière. La liaison avec le terrain houiller est ici très intime : le passage des grès noirs

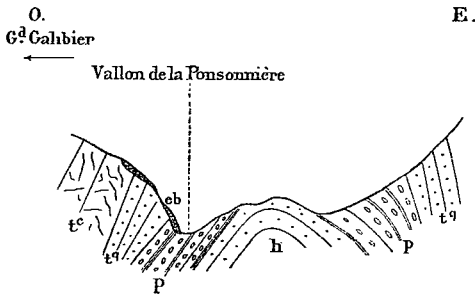


Fig. 5.

Coupe du vallon de la Ponsoinière, à peu de distance des Mottes.

h. Houiller

P. Permien (lie de vin).

tq. Quartzites.

te. Calc. et dolomies triasiques.

eb. Éboulis.

aux conglomérats rougeâtres est graduel et il est fort difficile de placer une limite précise entre les deux assises.

Plus au sud, à la Blachière (Haute-Ubaye), on observe à la base des quartzites un conglomérat à éléments quartzeux de la grosseur d'œufs d'oie et à ciment grisâtre et violacé ; à Combe Brémond, des schistes satinés rouges, verts, violacés et verdâtres, veinés d'épidote et signalés pour la première fois par M. Zaccagna (1) occupent la même position et *reposent sur les Schistes lustrés*.

Dans la Vallée-Etroite, le Permien a été décrit par M. Virgilio (2). En descendant du Tabor, vers Mélezel, on voit les diverses assises du Trias se redresser de chaque côté pour laisser apparaître au fond de la vallée le Permien et le Houiller. Nous avons reconnu dans ces affleurements, situés en amont de la « Fonderia » les mêmes assises que celles que nous considérons comme permienues en Savoie et dans les Hautes-Alpes.

Il est vrai comme nous l'avons dit plus haut, qu'aucun fossile ne donne le droit de rattacher au Permien toutes les roches que nous venons de citer, mais nous avons montré plus haut que leur position

(1) Zaccagna, *loc. cit.* p. 46.

(2) Virgilio. Il Permo-Carbonifere di Valle Stretta (*Atti d. R. Acc. d. Scienze di Torino*, t. XXI, juin 1890).

stratigraphique autorise cette interprétation, que corrobore encore l'identité frappante de certains de nos conglomérats avec les sernifites, considérés comme permien dans les Alpes suisses. Nos talcschistes et chloritoschistes feldspathiques à noyaux feldspathiques du Plan de Phazy *inférieurs aux Quartzzites du Trias* rappellent d'autre part beaucoup les roches désignées sous le nom de *Bésimaudites* par M. Zaccagna, dans une région voisine de la nôtre (1).

La distribution du Permien dans les Alpes est du reste remarquable : bordant la chaîne centrale au Nord (Hopfgarten, près Kufstein) et au Sud (Botzen-Tarvis) dans les Alpes orientales, formant des massifs toujours voisins de la bande cristalline (Mals et, au Sud, entre Bellagio et Storo), il se présente également dans les Alpes occidentales (Ubaye-Savone), en bordure de cette dernière et se fait remarquer partout par le caractère sporadique de ses affleurements.

Une difficulté pratique consistera à distinguer le Permien, qui semble exister partout, du Trias et du terrain houiller, auxquels le rattachent des transitions ménagées, et souvent, comme vient de le faire voir M. Termier, un métamorphisme identique.

La porphyrite de Guillestre, dont nous avons communiqué à M. Michel Lévy des échantillons, et qui rappelle la roche éruptive du même âge de la Windgälle (Suisse), apparaît à peu de distance en amont de Guillestre, dans l'axe d'un anticlinal formé par les quartzzites qu'elle *n'a pas traversés*. On retrouve cette roche en galets et en fragments dans la plupart des conglomérats que je viens de citer (l'Argentière, etc.)

D'après ce qui précède, il semble peu douteux que le Permien existe dans les zones du Briançonnais et du Mont-Rose, et cela sous des faciès qui, suivant que le métamorphisme mécanique a fait sentir plus ou moins énergiquement son action sur ces dépôts (2), rappellent tantôt celui des Alpes maritimes (*Bésimaudites*), tantôt se montrent identiques au faciès qui domine dans les Alpes suisses où il est désigné par le terme classique de *Verrucano*. Son exten-

(1) Nous avons comparé la roche de Modane et celle du Plan de Phazy avec des échantillons de *Bésimaudites* que nous a aimablement communiqués M. Zaccagna.

(2) La roche verte du Prarion semble, il est vrai, appartenir au Trias, mais ce fait n'infirme en aucune façon nos conclusions relatives aux *Verrucanos* du Briançonnais, constamment inférieurs aux Trias. — Peut-être l'aspect spécial des Quartzzites du Prarion est-il du reste un effet du métamorphisme. (*Note ajoutée pendant l'impression*).

sion vers l'est serait plus grande que celle des grès houillers (1).

Le Permien existe-t-il dans la première zone alpine (Pelvoux, chaîne de Belledonne)? Les observations de Lory n'en ont fait connaître aucune trace et nous n'en avons jusqu'à présent pas rencontré d'affleurement sur le versant occidental de ces massifs; néanmoins, avant de rien affirmer, il convient d'attendre quels seront les résultats fournis par l'étude détaillée de la zone du Mont-Blanc, au nord et au sud de l'Arc (2).

Les recherches de M. Haug (3), dans les environs de Barles, localité située dans les Basses-Alpes, sur le bord oriental des chaînes subalpines et où affleure le terrain houiller supérieur fossilifère, ont fait voir qu'entre ce dernier et le Trias, il n'existait rien qui pût être assimilé aux assises que nous venons de décrire ni rapporté au terrain permien.

Si l'absence ou au moins l'existence très sporadique de tout dépôt de cet âge dans la première zone alpine venait à être confirmée, il faudrait peut être en conclure que cette partie des Alpes était émergée à ce moment où, du reste, contrairement à la zone du Mont-Rose, elle a été le théâtre d'énergiques dislocations (transgression du Permien sur le Houiller et peut-être même discordance dans le voisinage du Mont-Blanc). La nature détritique des roches permienues de la zone du Briançonnais s'expliquerait ainsi très simplement par la présence (à l'ouest) de ces massifs émergés en voie de plissement.

TRIAS.

Ce terrain semble pouvoir être définitivement considéré comme formé des assises suivantes (4) :

(1) M. Diener (*loc. cit.*, p. 193) a déjà fait remarquer cette transgression des Bésimaudites sur les Schistes lustrés, et M. Zaccagna a signalé à Combe-Bremond, près Maurin, entre ces deux systèmes, une discordance dont nous n'oserions, toutefois, vu la nature tourmentée de cette coupe et le rôle mécanique qu'ont joué les masses de dolomie du Lac Paroird, affirmer l'existence.

(2) Il existe dans la gorge du « Bout du Monde » près d'Allevard, au-dessous des Quartzites blancs du Trias, des grès (Grès d'Allevard) brunâtres, très siliceux, des assises violacées, des conglomérats et des grès métamorphiques qui semblent bien représenter ce terrain et dont l'étude n'a pas encore été faite complètement. Ces assises qui rappellent beaucoup le Prarion (versant de Motivon), occupent du côté de Thys et du Mordaret, de vastes surfaces. Ils sont reliés intimement au Trias et passent à la base, *en alternant avec eux*, à des Schistes à séricite. Leurs rapports avec le Houiller sont encore à étudier. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

(3) Haug. Sur la géologie des chaînes subalpines, comprises entre Gap et Digne. C. R. Ac. Sc., 18 mars et 1^{er} avril 1889, et Thèse, p. 15.

(4) Il est rare de rencontrer cette série complète; nous montrerons plus bas que l'assise n° 1 est la plus constante et que les assises n°s 2, 3, 4 semblent passer latéralement l'une à l'autre, et même se remplacer mutuellement.

A. Quartzites.

B. Cargneules et Gypses inférieurs.

C. Marbres phylliteux et Calcaires dolomitiques.

D. Cargneules et Gypses supérieurs.

A. QUARTZITES.— Grès sursiliceux d'un blanc rosâtre, avec taches verdâtres, saccharoïdes et possédant les caractères ordinaires de cette assise dans les zones alpines ; horizon très constant et bien connu depuis les travaux de Lory. Ces grès sursiliceux, à grains plus ou moins nets de quartz roses ou verdâtres (*Classarts*, *Grésards* des habitants du pays), sont tantôt blancs, tantôt teintés de rose et de vert, souvent talqueux et d'aspect argentin. Ils renferment quelquefois des parcelles limoniteuses et des parties soyeuses. Ils se montrent en une foule de localités qu'il serait trop long d'énumérer ici : on les suit de la Tarentaise jusqu'aux Alpes-Maritimes. C'est ainsi, par exemple, qu'on les voit au pic de Bussort et au Cheval-Blanc. Ils forment tout le soubassement du Thabor. Ces quartzites forment, près de la source du Nantbrun (Savoie), c'est-à-dire entre les cabanes du Plane et le col du Bonnet-du-Prêtre, un bombement dans le fond du cirque de Varbuche ; on les voit là nettement inférieurs aux calcaires du Trias moyen, d'un côté ; de l'autre, ils sont en contact avec les assises nummulitiques, sans qu'il semble y avoir de faille, et, ainsi que nous a conduit à l'admettre l'étude de toute la région environnante, par simple transgression.

Parfois, ces quartzites deviennent feuilletés, talqueux, nacrés et méritent alors le nom de « *Schistes argentins* », ainsi que nous l'a fait remarquer M. Marcel Bertrand lors d'une excursion que nous avons eu le plaisir de faire avec lui aux environs de Modane. C'est à la partie inférieure, notamment, qu'ils prennent cet aspect spécial et semblent parfois constitués par un empilement d'écaillés de poissons. On les voit aussi, au pied N. de la Rocca del Seru (massif du Thabor), devenir violacés et feuilletés ; dans la même région, ils se transforment en plaquettes saccharoïdes d'un gris foncé. Dans la vallée du Guil, au Veyer, les parties talqueuses y abondent et donnent à la roche un éclat soyeux tout particulier, sans toutefois atteindre le degré de schistosité des schistes argentins de Modane.

Un lichen jaune, le *Rhizocarpum geographicum* D. C., s'attache de préférence à la surface des quartzites, et s'y présente souvent en telle abondance, qu'il fournit un criterium empirique pour distinguer de loin les rochers de quartzites des reliefs calcaires qui les entourent. Quoique très dures, ces roches ne résistent pas aux divers agents de désagrégation, à l'action desquels sont exposées

les saillies rocheuses de nos montagnes. Au pied des escarpements se forment alors des talus blancs de débris prismatiques fort durs, à angles vifs; ces « casses », comme on les appelle dans ce pays, sont fort pénibles à gravir (*Casse blanche*, près du Lautaret, etc.).

A l'embranchement des routes d'Arvieux et de Château-Queyras, un affleurement de quartzites mérite d'être cité, comme situé à la limite occidentale de la zone des Schistes lustrés du Queyras.

Au col des Muandes, on remarque un petit synclinal de quartzites blancs se détachant en une étroite bande sur le fond noir des grès houillers.

B. CARGNEULES ET GYPSES atteignant un grand développement dans certaines localités (Ceillac), réduits ailleurs (Mont-Thabor, Rocca del Seru, col Tronchet, etc.) à une assise de quelques mètres seulement, séparant les quartzites des calcaires C., et disparaissant totalement au nord de l'Arc (col de Varbuche, Moutiers).

Sur les Quartzites reposent, en effet, très nettement (Festiva et Polset, près Modane, Mont-Thabor (fig. 6), Vallée-Etroite, Roc de l'Ange-Gardien (Château-Queyras), col du Tronchet (fig. 2), Ceillac, lac du Paroird (fig. 2), Galibier, etc.) des gypses et des cargneules

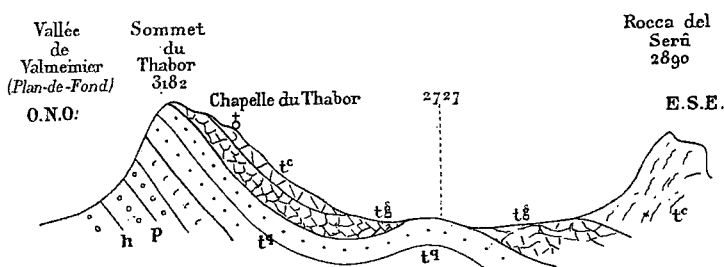


Fig. 6.
Coupe du Mont Thabor.

- | | |
|---|---------------------|
| <i>tc.</i> Calcaire et dolomies du Trias. | <i>P.</i> Permien. |
| <i>tg.</i> Cargneules. | <i>h.</i> Houiller. |
| <i>tq.</i> Quartzites. | |

parfois assez épais, souvent aussi réduits à une mince bande (de cargneules) jaune, facile à découvrir dans les cols et à la partie moyenne des escarpements dont le sommet est formé par les calcaires et la base par les quartzites. Dans le sud de la région, on assiste à un amincissement très irrégulier et local (vallée du Guil et de l'Ubaye) de cette assise. Au sud et au nord-ouest (Varbuche,

Moutiers, fig. 9.) les quartzites supportent dans certains points directement les calcaires triasiques de l'étage suivant.

Très puissante près de Ceillac et fournissant des gypses exploités, cette curieuse formation s'amincit notablement dans la vallée du Guil et, au Veyer, dans la gorge du Queyras, c'est à peine si quelques mètres de cargneules s'observent entre les quartzites et les calcaires. Dans la même région, au col de la Gipièrre, et au lac des Neufs-Couleurs, ainsi qu'en divers autres points, M. David Martin (1) mentionne l'existence de couches gypseuses qui doivent appartenir à cet horizon, mais, plus au sud, c'est avec une plus grande netteté que l'on peut voir, au col du Tronchet (2), les dolomies à Encrines du Trias séparées des quartzites (fig. 2) (qui sont repliés en anticlinal aigu à quelques cents mètres à l'E. du col), par une assise de cargneules de 1 à 2 mètres seulement (non accompagnée de gypse), qui reparait plusieurs fois par suite des plissements, à l'ouest du passage. Cette couche peut être suivie vers Ceillac, et l'on assiste, en descendant la vallée du torrent du Tronchet, à son épaissement graduel. A la Chapelace, elle a complètement disparu et les calcaires recouvrent directement les quartzites.

On peut étudier facilement ces cargneules et ces gypses inférieurs au signal même du Mont-Thabor (fig. 6), où ils constituent une assise peu épaisse, mais très nette, appuyée sur les quartzites et supportant au sud-est les dalles calcaires sur lesquelles est construite la chapelle.

C. DOLOMIES ET CALCAIRES DOLOMITIQUES (Calcaires du Briançonnais, Lory, *pro parte maxima*) grisâtres, généralement saccharoïdes, cristallins et moirés, et calcaires phylliteux accompagnés souvent de schistes rougeâtres et verdâtres. On y remarque des bancs bréchi-formes très caractéristiques.

Les calcaires forment une bande à peu près continue de la Tarentaise (3) à l'Ubaye en passant par Briançon (l'Essaillon et Polset près Modane, le Chaberton, le Mont-Thabor, la Vallée-Etroite, la Setas, le Roc du Grand-Galibier, le Col des Rochilles, Briançon, le Mont-

(1) David-Martin. Excursions géologiques dans les vallées limitrophes de l'Ubaye et de la Durance. Gap. 1888, p. 45, etc.

(2) Il est intéressant de remarquer qu'un grand nombre des cols de nos Alpes [Col des Encombres, col de la Vallée Etroite, col du Bonnet-du-Prêtre, en Savoie, col du Galibier, col du Fromage, col Izoard, col Tronchet (Hautes-Alpes)] coïncident avec des affleurements de gypses et de cargneules, ce qui est dû probablement au peu de résistance que ces roches opposent à l'érosion.

(3) Où ils ont été étudiés par MM. Bertrand et Termier qui les rangent aussi dans le Trias.

Genève, le Col de l'Eychauda, Sainte-Marguerite, l'Ange-Gardien (Queyras), Château-Queyras, Peine-d'Hier, Saint-Antoine et les environs de Maurin (Basses-Alpes), la Maison-du-Roi, le Plan de Phazy, la vallée de Barcelonnnette). Ils contiennent souvent des cristaux de quartz et d'albite (environs de Modane, vallée de l'Ubaye) et sont très pauvres en fossiles (Mont-Thabor (Savoie), Col du Tronchet, torrent du Bourget (Basses-Alpes), (Entroques, Pentacrines, Gastropodes indéterminables). Ils sont réduits à une faible épaisseur au Pas-du-Roc (ici presque en contact avec l'Infralias).

Des *calcaires et marbres phylliteux* et schisteux riches en séricite, se montrent très constants (Polset, près Modane; Valloire, Montagne de la Cucumelle, près Vallouise; massif du Gondran, près Briançon; Maurin, etc), et accompagnant presque partout les calcaires triasiques dont ils semblent former la partie inférieure.

Il arrive fréquemment que les calcaires reposent directement sur les Schistes lustrés (environs de Briançon, de Modane et de Villarodin, lac du Paroird (Extrémité N.), sans en être séparés par des quartzites. Cette disparition du Trias inférieur ne se fait remarquer que dans les cas où les phénomènes de plissement ont été très énergiques; il s'agit d'un étirement des assises, par conséquent d'une lacune purement mécanique dans la série des couches, et non pas due à une absence de sédimentation.

La coupe schématique ci-jointe (fig. 8) nous semble donner l'explication de ce fait qui est surtout frappant dans la haute vallée de l'Ubaye où tantôt les Quartzites sont interposés entre les Calcaires et les Schistes lustrés, tantôt ils font défaut comme sur les bords du lac du Paroird.

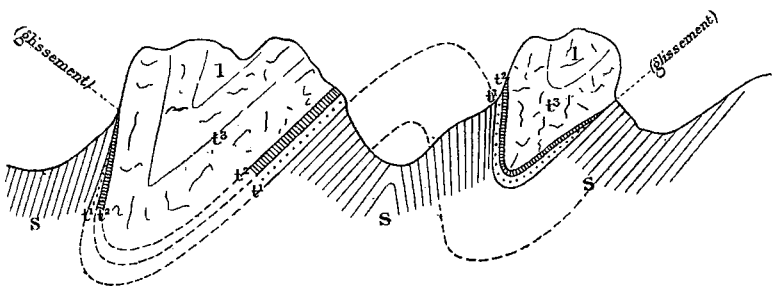


Fig. 8.

Destinée à faire comprendre la disparition mécanique des quartzites et des cargneules entre les dolomies triasiques et leur substratum.

*t*¹. Quartzites.

*t*². Cargneules (et Gypses).

*t*³. Dolomies triasiques.

l. Brèche liasique.

Ces dolomies grises, souvent noirâtres ou d'un gris cendré, se montrent parfois bréchoïdes et présentent généralement de petites taches blanches nombreuses et caractéristiques (Rocca del Seru, Thabor, etc.), qui doivent avoir pour origine des organismes quelconques, mais dont il est impossible de reconnaître la structure (1). Ils forment au N. du lac du Paroird un massif puissant, au pied duquel on peut étudier dans de vastes éboulis ces roches curieusement tachetées. Des parties pseudo-bréchoïdes se font remarquer habituellement dans ces dolomies, notamment dans les clapiers qui bordent au N. le lac du Paroird, ainsi que sur la route du Mont-Genèvre.

La dolomie triasique de la Maurienne faisant peu effervescence avec les acides, a une apparence rose chair ou jaunâtre due à la rubéfaction ; cependant on y distingue encore des noyaux restés intacts d'un gris cendré et saccharoïdes ; celle du lac du Paroird ne fait aucune effervescence à froid et se dissout lentement dans l'acide chlorhydrique. Au sommet du Thabor, des calcaires dolomitiques rose-chair, à petites traces d'origine probablement organique, sont accompagnées de calcaires gris, en dalles, tachetés de blanc, comme ceux du lac du Paroird. Au col des Désertes, Lory a recueilli des dolomies identiques aux précédentes (ces échantillons sont conservés à la Faculté des sciences de Grenoble) ; on les retrouve à Château-Queyras où elles contiennent également de petites particules blanchâtres.

Près de Briançon, un beau marbre à grains très fins, de couleur blanche, veiné de vert très pâle et de rose clair est exploité dans un massif qui appartient également au Trias. Au col de l'Eychauda existe une série de calcaires gris, cristallins, renfermant une grande quantité de petits fragments provenant probablement de Crinoïdes et qui appartient au Trias supérieur.

Enfin il est intéressant d'ajouter que les dolomies de Salins-Moutiers en Savoie, et celles qui alternent avec le gypse du Trias à Champ, près Vizille (Isère), ont absolument le même aspect que celles que nous venons de décrire dans la Maurienne, le Briançonnais et l'Ubaye.

Au sommet du Mont-Thabor et sur le flanc est du vallon du Tronchet, les calcaires dolomitiques contiennent des entroques qui semblent bien appartenir au genre *Encrinus* ; nous avons à citer

(1) M. Munier-Chalmas, qui a examiné une série de ces échantillons, n'y a pu reconnaître les traces d'aucun organisme déterminable. M. Benecke n'a pu découvrir dans d'autres fragments que nous lui avons envoyés que des crinoïdes. Enfin des cristaux de Quartz (faces p , $e 1/2$, $e 2$) très nombreux ont été rencontrés par nous dans des calcaires du Col du Chatelard cités plus haut.

aussi des *Polypiers* dans un calcaire affleurant au S. de Valloires, dans le massif de la Setaz Vieille, et qui semble appartenir au Trias. Des *Gastropodes* indéterminables se trouvent également presque partout dans ces calcaires et dolomies triasiques. Des couches fossilifères existent aussi au col du Chatelard, qui relie le Bonnet-du-Prêtre à la route des Encombres. Ce sont là tous les restes organisés que nous avons rencontrés, malgré une attention soutenue, dans ceux des massifs calcaires et dolomitiques de la zone du Briançonnais qui appartiennent au Trias. Nous voulons bien espérer que de nouvelles recherches seront aussi heureuses que celles de nos voisins italiens.

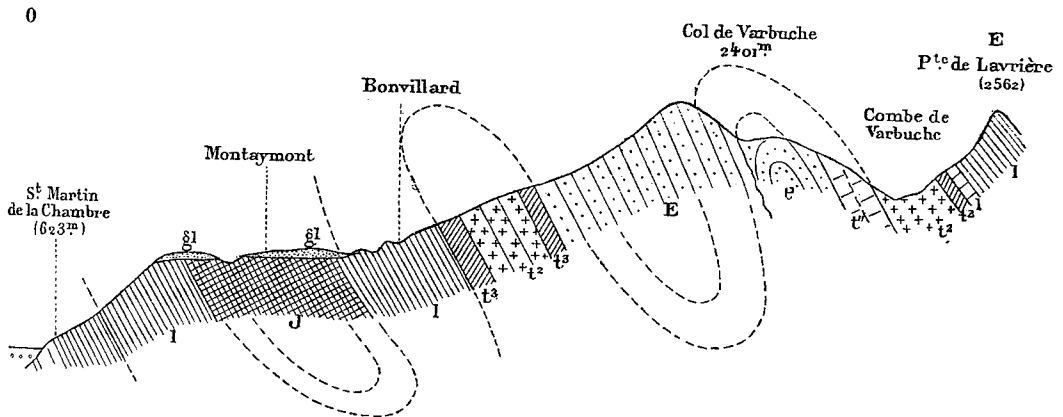


Fig. 9.

Coupe transversale du massif de Varbuche (Savoie).

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <i>gl.</i> Dépôts glaciaires. | <i>l'</i> . Infralias. |
| <i>E.</i> Nummulitique. | <i>t²</i> . Gypses et carneules. |
| <i>J.</i> Lias schisteux (et Dogger). | <i>l''</i> . Calc. dolomitiques. |
| <i>l.</i> Lias calcaréo-schisteux. | <i>t¹</i> . Quartzites. |

Etudions maintenant cette formation dans la Maurienne et suivons-la vers le sud.

Dans le massif de Varbuche (Savoie), la partie moyenne du Trias est constituée par des *calcaires dolomitiques* massifs, d'un blanc bleuâtre à l'intérieur, jaunâtre par altération, légèrement saccharoïdes; on peut constater leur *superposition immédiate aux quartzites* dans le lit du Nantbrun, en amont du Plane. On les voit aussi sur le versant méridional, dans les pâturages de la Platière, où leurs relations stratigraphiques sont moins claires. Ils existent également au-dessus des quartzites, aux environs de Moutiers, où M. Potier nous les a fait voir, et dans la vallée de l'Arc, à l'extrémité orientale du défilé

du Pas-du-Roc, où il serait bien difficile de confondre les calcaires noirâtres à éclat mat du Lias (bande Encombres-Galibier) avec les calcaires dolomitiques plus saccharoïdes du Trias, auxquels ils sont juxtaposés. Mais il n'en est pas toujours de même et il est des cas (environs de la Bessée, Eychaуда) où la distinction est presque impossible à un observateur non exercé.

Il est d'une grande importance de constater, dans le massif de Varbuche, la position précise de ces calcaires qui atteignent, vers l'est, aux environs de Modane, une grande puissance. Or, les calcaires des environs de Modane et de la Vanoise, Roche Chavière, etc., dont l'âge triasique est admis par tous, peuvent se suivre facilement et sont coupés seulement d'interruptions insignifiantes, vers le sud.

Si l'on quitte le bassin de l'Arc pour celui de la Guisanne, on retrouve les dépôts qui nous occupent près du Galibier. Les calcaires qui forment à l'O. de la Mandette, sur la route du Galibier, des rochers saillants, appartiennent à l'horizon que nous étudions ici; ils sont très développés aussi à l'E. du col, au Roc du Grand Galibier, où nous en avons constaté l'existence en compagnie de M. P. Termier, malgré l'accès difficile de cette montagne. Dirigeons-nous vers l'est. L'érosion n'a laissé subsister au sommet du Thabor que les bancs inférieurs du système calcaire et dolomitique (fig. 6); la chapelle est construite sur des dalles très cristallines d'apparence dolomitique, noirâtres, souvent teintées de rouge, qui ont tous les caractères des calcaires du Trias (teinte gris-cendré, petites taches blanches habituelles, apparence bréchoïde et présence de cristaux de quartz dans la pâte même de la roche).

Ce sont également ces calcaires qui forment, de chaque côté de la Vallée-Etroite, vers le Mélezat, d'énormes parois (Rocca del Seru).

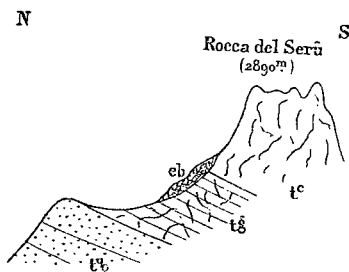


Fig. 10.

Coupe du Trias, S. O. du col de la Vallée-Etroite.

eb. Eboulis.

tc. Calcaires et dolomies.

tq. Cargneules et Gypses.

tq. Quartzites.

Ils sont là superposés aux Quartzites, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en s'élevant un peu sur les flancs de la vallée.

La position qu'occupent ces calcaires au Chaberton est analogue à celle qu'ils ont aux environs du Mélezet et du Tabor, au-dessus des *Pietre verdi* et des Schistes lustrés. On pourrait dresser une excellente coupe de ces assises le long de la route de Cézanne à Briançon, là où cette route est taillée dans le roc et côtoie une gorge profonde, s'il n'était impossible de stationner en cet endroit à cause des barricades et des fortifications qu'y a élevées le génie militaire italien. On y voit des dolomies grises et de gros bancs de calcaire compact à reflets jaunes-bruns. (Nous verrons plus loin que M. Diener a été assez heureux pour y recueillir des *Gyroporelles*.) A la descente du Mont-Genèvre, vers Briançon, les calcaires passent à des cargneules vers le ravin où coule la Durance. On remarque aussi sur cette route des calcaires et des dolomies semblables aux diverses variétés décrites plus haut, tantôt grises, saccharoïdes, d'un aspect moiré, tantôt jaunâtres. Les montagnes, dans lesquelles est creusée la vallée de la Clarée, montrent d'immenses taches rouges dues à une *rubéfaction superficielle* de ces roches sous l'influence des actions météoriques. Ce fait se reproduit en beaucoup de points de la région.

Entre les Vachettes et Briançon, on relève la succession suivante :

- 1° Calcaire noirâtre, cristallin, dolomitique, à reflets moirés, en gros bancs.
- 2° Schistes calcaires et calcaires schisteux gris et rougeâtres.
- 3° Calcaires marbres gris, cristallins, noirâtres par places, avec reflets bruns et blonds de cire, sur les anciennes cassures.
- 4° Calcaire très dolomitique, finement cristallin, gris-clair, d'aspect finement bréchiforme, avec petites taches blanchâtres et grisâtres caractéristiques. On reconnaît là aisément les calcaires de Maurin et du Mont-Genèvre.
- 5° Calcaire bréchoïde noirâtre.
- 6° Schistes gris-brunâtre avec banc de calcaire rubéfié.
- 7° Calcaire noir, saccharoïde, alternant avec des calcaires schisteux et des calcaires jaunes dolomitiques.
- 8° Calcaire noir, saccharoïde et bréchiforme.
- 10° Schistes calcaires.

Après une interruption d'environ 200 mètres, on arrive près de l'enceinte extérieure de Briançon.

A la Chapelle de S^te-Marguerite, non loin de la Bessée, un affleurement de calcaires gris dolomitiques appartient également au Trias. Le roc de l'Ange-Gardien, dans la vallée du Guil, est constitué par les mêmes calcaires, identiques ici à ceux des bords du lac du Paroird et parsemés des mêmes corpuscules blancs. A Château-

Queyras, les calcaires triasiques sont en contact direct avec les Schistes lustrés, tandis que tout près de là, non loin de l'embranchement de la route d'Arvioux, des quartzites séparent les deux systèmes. A la Clapière, près de Ceillac, les gypses et cargneules supportent un ensemble formé : 1° de calcaire noir cristallin, sonore, en plaquettes, montrant des traces nombreuses de fossiles et rappelant un peu les plaquettes de l'Infralias ; 2° de schistes satinés durs, grisâtres et de calcschistes cristallins ; 3° de gros bancs de calcaires noirâtres à débris d'entroques.

Dans le département des Basses-Alpes, la vallée de la Haute-Ubaye, qui traverse entièrement la « Zone du Briançonnais », permet de faire une bonne étude du Trias. Les calcaires et dolomies triasiques apparaissent plusieurs fois entre Saint-Paul et la frontière, en bandes à peu près perpendiculaires à la direction de la vallée, près du Castellet, près de la Barge, à Maljasset, au lac du Paroird et en petits lambeaux synclinaux en aval du col de la Noire. Ils constituent le sommet qui domine Combe-Brémond vers le col Albert (2988^m) au nord, et leurs blocs y déterminent un entassement chaotique où la dolomie domine. Un peu plus loin, sur le bord occidental du lac de Paroird, se termine un synclinal en V (Péou-Roc) au milieu des Schistes lustrés, analogue au précédent et également formé de dolomies gris-cendré.

Nous avons ainsi pu suivre des environs de Moutiers et de Modane (Savoie), jusque dans les Basses-Alpes, une formation puissante de calcaires dolomitiques et plusieurs coupes, notamment celle du Nantbrun (Savoie) citée plus haut (fig. 9), nous ont permis de fixer nettement au Trias leur position stratigraphique.

Les fossiles cités par MM. Zaccagna, Mattiolo (au col des Acles) et décrits par M. Portis (1), (*Natica*, *Myophoria*, *Limu costata*, *Diplopora pauciforata*), ainsi que ceux qu'a recueillis M. Diener (*Gyroporella equalis* et *G. curvata*) près des forts de Chaberton, ceux que M. Zaccagna (2) a cités à Argentera (*Encrinus liliiformis*) et au lac du Paroird (*Gyroporella annulata*), M. Portis (3) dans le Vallone Rivo Bianco de Sambuco, vallée de la Stura de Cuneo (*Gyroporella vesiculifera*), sans parler des espèces également triasiques rencontrées plus au sud par Bruno (4), conduisent au même résultat,

(1) Portis. *Boll. R. Com. geol. Ital.*, 1889.

(2) Zaccagna, *loc. cit.*

(3) Portis, Nuova localita fossilifera in Val di Susa. *Boll. R. Com. geol. d'Italia*, 1889, n° 5, 6.

(4) Bruno. *Boll. Soc. geol. Ital.* 1887, p. 453.

D. GYPSES ET CARGNEULES SUPÉRIEURS.— Bien développés en Maurienne, immédiatement au-dessus des schistes ardoisiers lilas et verts que surmonte le Rhétien à *Avicula, contorta*, ces gypses et ces cargneules se montrent superposés aux calcaires C dans les environs de Moutiers (Savoie), au col de Varbuche (Savoie) (fig. 9), et dans le Briançonnais (environs du Monétier de Briançon, etc.).

En Savoie, ils sont blancs, saccharoïdes, accompagnés de cargneules jaunâtres. Les gypses forment au milieu des assises liasiques de longues bandes représentant les anticlinaux triasiques et passent, l'une par Saint-Jean-de-Maurienne, l'Echaillon, Champessuit, Montpascal, Bonvillard, etc., l'autre par Claret, le col du Bonnet-du-Prêtre, la Perrière, Dorgentil, Pierre-Forte, etc. On peut les étudier facilement sur la rive droite du Nantbrun entre le Plane et Varbuche. Les cargneules à structure vacuolaire sont bien visibles au col même du Bonnet-du-Prêtre; le bloc isolé qui, par sa forme, a probablement motivé le nom de ce passage, est formé de cargneules. On les retrouve au sommet de la montagne du Coin et au col du Châtelard. Il est à remarquer qu'ici l'horizon des gypses et cargneules est incontestablement *supérieur aux calcaires dolomitiques*, qu'il occupe par conséquent le sommet du Trias, alors que dans d'autres parties des Alpes (Ceillac, Thabor, etc.), il est intercalé entre les Quartzites et les Calcaires. Ces derniers sont, en revanche, ici en contact immédiat. Ils forment une mince assise et ne sont séparés de l'Infralias que par les schistes du Trias supérieur.

Les gypses de Salins (Tarentaise) appartiennent à cet horizon supérieur.

Plus au midi, ces gypses ont un développement considérable dans la vallée de l'Arvan, près de Saint-Jean-de-Maurienne; ils forment là un anticlinal au milieu des schistes du Lias. On les retrouve près du Pas-du-Roc, d'où on les suit jusque bien au S. de Valloire, au col du Galibier. Ils paraissent beaucoup moins développés dans le Briançonnais, où ils font, sauf quelques exceptions, généralement défaut. Nous n'en avons point constaté l'existence dans la haute vallée de l'Ubaye.

Des SCHISTES LILAS ET VERDATRES occupent la partie supérieure des gypses (Champessuit, Villarly, col de Varbuche, etc.) en Maurienne (fig. 9) et se retrouvent dans le Briançonnais associés et mêlés aux calcaires C (environs de Saint-Martin-de-Queyrières, de Vallouise, du col Néal, etc.) Ne faisant pas effervescence avec les acides, ils sont souvent d'une teinte violette analogue à celle des ardoises des Ardennes et présentent alors des mouchetures d'un vert clair

(versant occidental du col de Varbuche), qui augmentent encore l'analogie avec les schistes cambriens des bords de la Meuse.

Ces schistes qui, par leurs colorations, rappellent beaucoup les « marnes irisées » du Keuper (1), ont été décrits par Lory à Villarly; on les retrouve sur les gypses à la descente du col de Varbuche vers Montamont (fig. 9); nous les avons vus dans la même position, plus au sud, non loin de Champessuit. Leur présence constante dans le voisinage des gypses, leur position stratigraphique étant bien établie pour la région, par la coupe de Nantbrun, empêche de considérer ces derniers comme liasiques, ainsi qu'on serait tenté de le faire. Ils constituent un des niveaux les plus faciles à reconnaître parmi les assises que nous avons rencontrées dans les chaînes alpines. Près de Villarly, un peu en dessous de la route de Moutiers, ces schistes sont exploités dans une carrière et il est facile de voir, en cet endroit, qu'ils sont recouverts immédiatement par les calcaires dolomitiques de l'Infralias, dans lesquels l'abbé Vallet a rencontré l'*Avicula contorta*. Nous les avons du reste suivis jusque dans le Briançonnais, où ils sont associés et mêlés aux calcaires triasiques. Ils sont, à Villarly, associés à des schistes noirâtres; sur le versant occidental de la montagne de Varbuche, au-dessus de Bonvillard, il en est de même (fig. 9).

Près du tunnel que traverse la route, entre Saint-Michel et Valloires, non loin du fort du Télégraphe, le contact des schistes bariolés et de l'Infralias est très net (fig. 11). Ces schistes surmontent là les gypses supérieurs qui forment une bande étroite jusque au-delà de Valloire.

Les rapports des gypses et cargneules inférieurs et supérieurs méritent d'attirer un moment notre attention.

a) La construction du tunnel du Galibier, qui est situé à 2550 mètres d'altitude et ne mesure pas moins de 363 mètres de longueur, a mis à nu de grandes masses d'anhydrite en contact avec un calcaire gris dolomitique (on y a aussi trouvé du sel gemme). Un examen un peu attentif montre une transition ménagée entre l'anhydrite et le calcaire, qui sont pour ainsi dire enchevêtrés. D'autre part, l'anhydrite n'existe qu'en profondeur, et à la surface du sol, on ne voit apparaître que du gypse et de la dolomie.

Cette disposition n'avait pas échappé à Lory: nous venons, en

(1) M. Haug (loc. cit., p. 21) cite des ardoises analogues à Barles et les considère avec raison comme des argiles durcies.

effet, de trouver, dans les collections de la Faculté des sciences de Grenoble, un échantillon de dolomie du Galibier qui porte, écrite de la main de Lory, l'étiquette suivante : « *Calcaire magnésien bréchi-forme enchevêtré avec le gypse, Galibier* ». C'est ainsi qu'au col même du Galibier, on voit affleurer des gypses qui, dans l'intérieur du tunnel, se transforment insensiblement en des masses d'anhydrite, qui, à leur tour, passent à des dolomies. Ces couches sont, à l'ouest, en contact avec des quartzites, qui forment sans doute un anticlinal aigu et sont appliqués contre des calcaires dolomitiques.

À l'est, au Roc même du Grand-Galibier, les calcaires triasiques ne sont séparés des quartzites que par une assise de 1 ou 2 mètres de cargneule jaune. Où sont ici ces gypses si développés au Col et près du Tunnel? Comment expliquer cette disposition sans admettre l'équivalence des gypses, anhydrites, cargneules et des calcaires dolomitiques?

b) Tandis qu'au Plan-de-Phazy des gypses puissants et exploités reposent sur les quartzites, à quelques kilomètres de là, sur la route de Guillestre au Moulin du Roi, les mêmes quartzites sont directement recouverts par des assises calcaires.

Nous avons montré dans ce qui précède quelles étaient les variations considérables des deux assises gypsifères et nous ne pouvons signaler une seule localité où les deux couches coexistent, l'une au-dessus, l'autre au-dessous des calcaires et dolomies. De plus, d'une façon générale, on peut dire que partout où les calcaires atteignent leur plus grande épaisseur, les gypses et cargneules sont limités à une bande très mince (environs immédiats de Briançon, Névalche, etc.), et même sont totalement absents. Là où les gypses sont très puissants, comme c'est le cas aux environs de St-Jean-de-Maurienne pour l'horizon supérieur et à Ceillac pour le niveau inférieur, les dolomies et les calcaires sont fortement réduits (Pas-du-Roc, Varbuche).

Au col Izoard, dans le Briançonnais, M. David Martin a observé des cargneules jaunâtres, quelquefois cloisonnées, mais affectant souvent aussi la structure de vrais poudingues ou de brèches avec des fragments très volumineux parfois de calcaire bleu.

En résumé :

1° Le gypse et les calcaires semblent se remplacer mutuellement et leurs épaisseurs paraissent croître aux dépens l'une de l'autre (Maurienne et Briançonnais).

2° Dans l'ouest de la Maurienne et de la Tarentaise, les gypses, au lieu d'être intercalés entre les quartzites et les calcaires, occupent la partie supérieure du Trias.

3° Au tunnel du Grand-Galibier, on voit les gypses (qui en profondeur sont de l'anhydrite) passer latéralement à des calcaires dolomitiques. A la montée du Mont-Genèvre, les calcaires passent nettement à des cargneules.

4° Dans les gypses on remarque fréquemment des blocs non roulés de calcaire noyés dans la masse sulfatée et ne pouvant être, comme les fragments analogues contenus dans les cargneules, autre chose que des restes de la roche primitive, épargnés par la transformation qu'a subie la masse entière [on pourrait, il est vrai, y voir aussi un processus de sédimentation (voir plus loin)].

On est amené à conclure de ces faits que les gypses (cargneules) inférieurs et supérieurs et les calcaires ne sont que des modifications diverses d'un seul et même ensemble.

La représentation sur la carte détaillée des masses de gypse, dont la puissance est si variable et qui passent latéralement aux calcaires et d'autre part, se trouvent tantôt inférieurs, tantôt supérieurs à ces bancs calcaires, nécessitera des explorations très longues.

Nous avons essayé de montrer que les gypses, cargneules et calcaires dolomitiques triasiques de nos Alpes ne sont que des modifications latérales d'une même assise; tantôt les gypses remplacent presque complètement les calcaires, tantôt ils n'en dénaturent que la base; d'autres fois encore, comme ici, ils ne représentent que leur partie supérieure. Nous nous bornons à constater ce passage latéral, sans cependant nous prononcer encore sur l'origine de ces gypses, et sans vouloir affirmer que, du fait que ces roches (gypses et calcaires) se remplacent mutuellement dans l'espace, l'une d'elles se soit substituée à l'autre dans le temps par transformation chimique. Les faits que nous avons observés peuvent être interprétés en faveur des deux hypothèses généralement admises (1): on peut voir ici des sulfates de chaux sédimentaires, à côté desquels se seraient déposés en s'enchevêtrant avec eux (2), des calcaires et des dolomies; ou, avec M. Termier (loc. cit. p. 903), une grande masse de calcaires dolomi-

(1) Renevier : Origine et âge du gypse et de la carnéule des Alpes vaudoises. Lausanne. Avril 1891. (*Ecl. geol. Helv. II, 5*).

(2) Il est difficile de dire d'une façon précise si les fragments de calcaires inclus dans les gypses, ne sont que des grumeaux entraînés pendant la *sédimentation* dans la masse sulfatée ou des restes de l'ensemble calcaire, transformé postérieurement en gypse ou anhydrite. Pour les cargneules, il en est de même, et il faut en outre, comme nous l'a fait remarquer M. Renevier, se mettre en garde contre une apparence trompeuse, due souvent à la production toute récente des brèches modernes aux dépens des éboulis de cargneules et de dolomies de nos montagnes.

tiques, dont certaines parties auraient été postérieurement transformées en cargneules et en gypses (1).

Il résulte également de ce que nous venons de dire que le vaste ensemble désigné par Lory sous le nom de calcaires du Briançonnais et rangé provisoirement dans le Lias par cet auteur, doit être *en grande partie attribué au Trias*, dans les plis duquel se trouvent pincés de nombreux lambeaux appartenant au Lias et au Jurassique supérieur. Ces calcaires dolomitiques du Trias jouent ici un rôle analogue à celui des dolomies du Tyrol. Ils forment, en effet, de la Vanoise à la Haute-Ubaye, une large bande (2), où ils laissent percer çà et là, le long des anticlinaux, des assises plus anciennes. Nous avons là une *zone triasique* où dominent les calcaires dolomitiques et qui offre une frappante analogie avec les zones triasiques septentrionale et méridionale des Alpes orientales qui comprennent les célèbres dolomies du Tyrol et de la Lombardie. Les dolomies du Briançonnais sont très cristallines, pauvres en restes organisés, mais l'abondance des traces vagues et confuses qui les remplissent, laisse à supposer qu'ici, comme dans les Alpes orientales, nous avons devant nous des masses qui ont pour origine l'activité organique, mais dans lesquelles un mouvement moléculaire a fait disparaître toute trace d'organisation.

Cette zone, où les dolomies et calcaires du Trias atteignent une

(1) La plupart des gypses de nos zones alpines appartiennent donc au Trias.

D'après M. David Martin, certains gypses des Hautes-Alpes seraient tertiaires ; nous n'en avons néanmoins pas rencontré de cet âge ; il en existait en outre dans le Nummulitique du haut bassin du Verdon, mais ils ont été peu étudiés. Dans les chaînes subalpines, nous trouvons les gypses triasiques aux environs de Digne et de Grenoble, mais à côté, il existe des dépôts sulfatés qu'il semble difficile de ne pas rattacher au Dogger dans lequel ils sont enchassés en lentilles, tels les gypses calloviens décrits par Lory de Lazer près Laragne, ceux que nous avons signalés près de Nibles (Basses-Alpes), les gypses bathoniens du Labouret étudiés par M. Haug. (Thèse p. 88). — Ajoutons aussi, d'après M. Haug (loc. cit. p. 47) les *gypses métamorphiques* du Lias inférieur (gypses de Biézières, Espinasses, Remollon, etc.), qui semblent être en rapport avec des éruptions de spilites. Dans la partie S. O. de la Drôme, au Buis et à Propiac affleurent, en trainées rectilignes au milieu des schistes calloviens, des gypses et des cargneules qui se présentent dans des conditions très spéciales et nous ont paru à M. Leenhardt et à moi, jaloner des failles ; une étude ultérieure nous montrera : 1^o si ces gypses sont dus à un phénomène de métamorphisme, 2^o s'ils sont interstratifiés dans le Callovien ou 3^o si nous avons ici des têtes d'anticlinaux triasiques poussés mécaniquement au milieu de couches plus récentes. Nous ne parlons pas ici des gypses tongriens qui existent dans divers points des chaînes subalpines de la Haute-Provence (Manosque, Montbrun, etc.).

(2) Nous ne sommes donc pas de l'avis de notre confrère, M. Haug (l. c. p. 21), qui dit que « dans la Savoie, l'étage moyen du Trias disparaît entièrement, tandis que le Keuper conserve son caractère lagunairc. »

notable épaisseur, serait limitée à l'E. par une ligne passant par Modane-Valloire, le Galibier, le sommet de Cucumelle, l'Argentière, la Maison-du-Roy, Serenne; à l'ouest de laquelle les formations calcaires diminuent d'importance et finissent par être limitées à une assise peu puissante (Varbucho, Barles (Basses-Alpes) séparant les quartzites du Trias inférieur des gypses, cargneules, argiles et schistes bigarrés du Keuper. Dans cette région occidentale, le faciès du Trias se rapproche donc de celui de l'Europe centrale, ce n'est que dans le Dauphiné occidental que l'on peut comparer le développement du Trias avec celui de la Lorraine et de l'Allemagne méridionale, comme le fait M. Haug (l. c. p. 21), tandis qu'à l'est il a un développement fort analogue à celui qu'il présente dans les Alpes orientales. Ces deux faciès du Trias passent de l'un à l'autre *sans changement brusque*; les formations marines calcaires et dolomitiques s'atténuant seulement vers l'ouest, où le faciès est surtout clastique (Grès d'Allevard) et lagunaire (Keuper de Digne, Vizille, Allevard, etc.)

La zone des dolomies du Briançonnais représente simplement une dépendance occidentale de la mer triasique du Tyrol et de la Lombardie, qui est venue ici empiéter sur la région qu'occupent actuellement les 4^e, 3^e et 2^e zones alpines, pour mourir graduellement le long d'une zone cotière et lagunaire.

Les travaux de Lory ont fait connaître les calcaires triasiques des environs de Modane et de Bramans, dont les bancs que nous avons décrits au col de Varbucho (Savoie) sont le représentant réduit; ils sont, dans cette dernière localité, nettement intercalés entre les quartzites et les gypses du Trias. *L'extension de ce faciès ne semble donc pas avoir été influencée par l'existence des failles anciennes* qu'admettait Lory à Saint-Michel et à Modane, ni limitée à la 4^e zone.

C'est par l'existence d'anciens reliefs hercyniens ou tout au moins d'une zone d'eau très peu profonde, au large du rivage formé par le Plateau central et à l'emplacement de nos Alpes de Belledonne et du Pelvoux (1^{re} zone), que s'explique tout naturellement cette manière d'être des sédiments triasiques. A l'est, le régime marin a continué pendant le Trias supérieur et le relie au Rhétien et au Lias sans changement bien notable, alors qu'à l'ouest régnait le faciès lagunaire (Keuper), séparant les dépôts marins du Trias moyen des premiers calcaires jurassiques.

Ajoutons encore quelques renseignements locaux sur le Trias de la région visitée par nous.

Voici d'abord une coupe, prise dans le haut de la vallée du Nant-

brun (Savoie) entre le Plane et Varbuche et qui nous a servi de point de départ pour l'attribution au Trias d'une partie des calcaires du Briançonnais.

Sur le chemin du col de Varbuche, les berges du torrent permettent, entre les huttes de la Plane et le col, de se rendre compte, mieux que dans la plupart des affleurements étudiés par nous, de la composition du Trias, qui est la suivante (de bas en haut) :

- 1° Quartzites ;
- 2° En superposition directe sur les quartzites (contact visible dans le ruisseau), calcaires dolomitiques, bréchiformes, d'un blanc jaunâtre ;
- 3° Cargneules et gypses. Puissance assez réduite (3 à 4 mètres) ;
- 4° Schistes grisâtres ;
- 5° Schistes violacés et lilas ;
- 6° Calcaires infraliasiques. (On sait que ces bancs ont fourni ici et à Villarly l'*Avicula contorta*).

Signalons maintenant une série de points où l'existence du Trias nous paraît encore très probable :

1° Les plaquettes dolomitiques, les schistes jaunes satinés et les schistes lilas du Trias sont bien représentés sur la rive gauche de la Gironde (Vallouise), en face Vigneaux, près du pont qui mène au Puy-Saint-Vincent ; également dans la vallée de la Gironde, et sur la route de Vallouise, on voit les calcaires phylliteux, les schistes calcaires et les schistes lilas, rougeâtres et verdâtres, intercalés dans l'ensemble des calcaires et dolomies triasiques saccharoïdes, grisâtres, semblables à celles de Maurin. (Le même fait s'observe du reste aussi dans l'Ubaye) ;

2° Au col de l'Eychauda (col de Vallouise), des calcschistes gaufrés (marbres phylliteux), d'une teinte gris-verdâtre, surtout développés au pic de la Cucumelle, représentent la base du Trias moyen, comme dans la Vanoise ; nous les avons montrés à M. Termier, qui a confirmé notre manière de voir.

3° Dans le massif de l'Infernet, en suivant les lacets des routes stratégiques du Gondran et du fort de l'Infernet, on reconnaît les schistes rouges et verdâtres qui alternent avec les calcaires saccharoïdes, moirés, du Trias. Le calcaire blanc cristallin (marbre), exploité entre les deux forts de l'Infernet et du Gondran, nous semble appartenir également à ce terrain, ainsi que les calcaires phylliteux qui se montrent en plusieurs points ;

4° La profonde gorge que suit la voie ferrée entre les stations de Prelles et de la Bessée est probablement un synclinal très aigu ; en examinant la structure de la vallée de la Durance entre ces deux localités, on reconnaît en effet que les calcaires et les calcschistes

du Trias s'y trouvent pincés entre les deux murailles de quartzite de Queyrières et de Bouchier; à l'est se trouve un anticlinal houiller. Ces calcschistes offrent, par suite de la compression énergique à laquelle ils ont été soumis, une structure gaufrée fort remarquable;

5° Les schistes argileux violacés verts et rouges, dolomies calcschistes roses gaufrés, etc., sont aussi bien développés en amont du Lauzet, dans le voisinage du col Néal;

6° Il en est de même dans le voisinage de la Maison-du-Roy, en amont de Guillestre.

7° Enfin, à Saint-Antoine (Peine d'Hier), sur l'Ubaye, des schistes calcaires et des plaquettes dolomitiques d'aspect satiné et gaufré assez semblables à celles qui sont près de St-Martin de Queyrières, et en d'autres points du Briançonnais intercalées dans le Trias, se montrent entre un massif de dolomies triasiques et les affleurements de marbre bréchoïde du Pont-Vouté. M. Zaccagna a mentionné des schistes verdâtres dans cette même localité.

JURASSIQUE.

Le Jurassique débute par l'INFRALIAS concordant avec le Trias, horizon de calcaires noirs toujours riches en fossiles (Pas-du-Roc) et faciles à retrouver, qu'ont fait connaître, en Savoie, les travaux de Lory, Vallet et les déterminations de l'abbé Stoppani. C'est au voisinage des cols de Varbuche et de la Platière, ainsi qu'à Villarly, qu'ont été recueillis une partie des fossiles cités par ces auteurs. Nous en avons aussi reconnu l'existence à La Bessée et dans le Vallon-des-Fonds de l'Alp, près de Saint-Crépin (Hautes-Alpes). Dans la vallée supérieure de l'Ubaye, nous n'en avons pas encore reconnu la présence.

Il est aisé de reconnaître partout les bancs réguliers de calcaire noir, dolomitique et souvent satiné, devenant jaunâtre sur les surfaces exposées à l'air, qui constituent cet étage. Généralement pétries de petits fossiles, ces couches n'en fournissent que rarement de bien reconnaissables, et ce sont les sections de coquilles aisément visibles sur les faces extérieures du calcaire qui permettent de constater la présence de cette assise. Elle est renversée sous le Trias à la montagne du Coin; se retrouve aux Aiguilles de la Grande Moënda, à Villarly, Chalençon (Savoie), etc. Nous en avons aussi constaté la présence, entre le Trias bariolé et le Lias calcaire, sur le flanc méridional du vallon de la Sausse (tributaire du Nantbrun). L'Infralias est représenté entre Saint-Michel-de-Maurienne et Valloires, au tunnel du Télégraphe (fig. 41), par des

calcaires noirâtres en plaquettes intercalées, ici aussi, entre les schistes bariolés du Trias supérieur et les marbres liasiques. Enfin, près de Saint-Jean-de-Maurienne, à l'Échaillon, on voit, au-dessus du gypse, de petits bancs calcaires qui appartiennent sans doute à cet horizon.

LE LIAS comprend une base toujours plus calcaire que la partie supérieure. Cette division inférieure (schistes-calcaires et calcaires), étudiée depuis longtemps et fossilifère dans le massif des Encombres (1) (*Am. margaritatus*, etc.), contraste nettement avec les schistes plus feuilletés et moins résistants de l'assise suivante dans la coupe naturelle de la vallée de l'Arc, au-dessus de Saint-Julien et de Saint-Martin-de-la-Porte.

Il en est, du reste, ici comme sur le bord extérieur de la zone de Belledonne (2), à Alleverd, ainsi qu'aux environs de Vizille et de la Mure, par exemple, où l'on voit constamment en superposition une masse inférieure de calcaires noirâtres bien stratifiés, correspondant au Lias inférieur et à la base du Lias moyen (*Belemnites* nombreuses), et une succession de schistes également noirs qui représentent le reste du Lias et sans doute une partie du Bajocien. On sait que la succession lithologique est à peu près la même aussi dans les zones subalpines des environs de Gap et de Digne (3). Sans revenir sur tout ce qui a été dit sur la Lias de notre région, nous nous bornerons à signaler ici quelques faits que nous croyons nouveaux et qui contribueront à compléter la connaissance encore assez imparfaite du Jurassique inférieur dans les 2^e et 3^e zones alpines.

Nous tenons tout d'abord à mettre en évidence la constance et l'extension très grande d'une *brèche calcaire* liasique que nous avons

(1) *B. S. G. F.*, 2^e sér. t. XII, p. 635.

(2) D'après M. Haug (*in litteris*) le Sinémurien calcaire n'est pas visible à la Grave, sans qu'on puisse cependant affirmer que le Lias (moyen et supérieur) schisteux repose en transgression sur les schistes cristallins. Contrairement à l'opinion que la lecture des travaux antérieurs avait suggérée à M. Haug (*loc. cit.*, p. 51), ces deux divisions existent *tout aussi nettes* dans le massif du Pelvoux et dans ses environs (Les Fréaux, Prameyer près de la Grave), que le long des chaînes de Belledonne et des Grandes-Rousses.

(3) Haug. Lias, bajocien et bathonien des chaînes subalpines entre Digne et Gap. (*C.-R. Ac. des Sc.*, 1^{er} avril 1889). Cette masse calcaire correspond, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre, en allant de Digne à la Mure par Gap, au Lias inférieur et à la partie inférieure du Lias moyen, décrits par M. Haug dans le faciès provençal (Digne), aussi bien que dans le faciès dauphinois du Lias (Haug, *l. c.*, p. 45-53).

suivie de Moutiers (Savoie), à Sérénne (Basses-Alpes) et qui fournit un excellent horizon. En étudiant de près le Lias de la Maurienne et celui du Briançonnais, nous sommes arrivé en effet au résultat que ces assises comprennent constamment une brèche à éléments calcaires, intercalée bien distinctement dans les assises moyennes de l'étage au bord du Nantbrun, près de Varbuche, et à Allevard (Isère). Elle présente un si beau développement au tunnel du Télégraphe (fig. 11), près de Saint-Michel-de-Maurienne, que nous proposons de la désigner sous le nom de « *Brèche du Télégraphe* ».

Surtout développée dans la deuxième zone alpine, cette brèche est également visible au Niélard (Tarentaise), au défilé du Pas-du-Roc, à la Chapelle de Saint-André, près Mont-Denis, au col des Rochilles, au Grand Galibier, près de Valloire, près de Guillestre (1), à l'Infernet près Briançon, au Pont-Vouté, dans la vallée de l'Ubaye, sur la route de la Bessée à Vallouise, au col de l'Eychauda, au Chapeau-de-Gendarme, près de Barcelonnette (où elle contient des *Belemnites* et se trouve en contact avec le calcaire à *Gryphea arcuata*), et dans une foule d'autres points, notamment aux environs de la Meije, où M. Termier vient de la retrouver au Glacier du Tabuchet et dans un certain nombre de localités. C'est probablement la même que celle qu'on exploite à Villette (Tarentaise), où elle renferme, comme on sait, de grosses *Belemnites* du groupe du *paxillosus* (Coll. de la Faculté des Sc. de Grenoble) (2). Elle se reconnaît aisément à son aspect assez analogue à celui d'une galantine truffée; on y voit surtout des fragments de calcaire noirâtre et de dolomie triasique jaunâtre largement cimentés par une pâte calcaire. Cette brèche liasique nous a fourni, au Niélard, quelques rares fragments de quartzites et de schistes à séricite, néanmoins la très grande majorité des fragments dont elle se compose est calcaire.

Nous y avons recueilli, en compagnie de M. Révil, des fossiles (3) (*Belemnites* cf. *paxillosus* et *Gryphea cymbium*) à la combe du Niélard, près de Saint-Jean-de-Belleville. Elle existe aussi sur le versant ouest de la crête de Varbuche, dans les points où le Nummulitique n'est pas, comme dans notre coupe (fig. 9), directement superposé aux schistes triasiques.

(1) Il faut probablement attribuer à ce niveau les brèches et poudingues d'Escreins, considérés par Lory, comme appartenant au Bajocien (*B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XII, 149).

(2) Les *Belemnites* sont excessivement nombreuses à Villette. On en jugera facilement en jetant un coup d'œil sur les colonnes du nouvel établissement thermal de Salins, qui sont construites en marbre de Villette.

(3) Lory en avait du reste déjà cité au Nilard en 1866 (*B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XXIII).

C'est un excellent horizon qui, par sa constance et par son extension, est appelé à rendre de grands services à tous ceux qui auront à faire de la stratigraphie dans les 2^e, 3^e et 4^e zones alpines. Son épaisseur est assez variable; il semble disparaître ou devenir sporadique à l'ouest d'une ligne Montaymont-Lautaret-Vallouise. Cependant, elle est encore très nette à Allevard et dans le massif du Pelvoux, quoique beaucoup moins puissante. On en constate encore la présence dans les montagnes qui séparent le bassin de l'Arc de celui de la Durance. C'est ainsi qu'il faudra peut-être rapporter au Jurassique inférieur des brèches calcaires brunâtres qui affleurent aux environs des lacs des Rochilles, et semblent pincées dans les calcaires dolomitiques du Trias. Des blocs de brèche analogue à celle du Niélard sont épars aux alentours du col de l'Eychauda (col de Vallouise de la carte) et doivent provenir des sommets environnants. Des morceaux de cette brèche calcaire, recueillis par nous en grande abondance dans les clapiers des flancs du Grand Galibier, nous montrent qu'elle affleure également dans ce massif. Aux alentours du Lac Blanc, à l'ouest du col de la Ponsonnière, elle forme un synclinal couché et entoure l'affleurement tithonique que nous avons découvert récemment.

La brèche du Télégraphe peut aussi être étudiée dans les gorges du Guil, en amont de Guillestre, au-dessous des calcaires roses du Jurassique supérieur. Enfin, sur le bord externe de la 1^{re} zone alpine, à Allevard, on voit, vers la base des calcaires liasiques, en face de l'Usine, sur la nouvelle route de Ferrière, un lit de galets plus ou moins arrondis (quartzites, etc.), qui correspond bien à notre brèche du Niélard. La brèche du Télégraphe apparaît donc d'abord, à l'ouest, sous la forme d'un banc peu épais (Allevard) intercalé dans les calcaires liasiques et qui augmente rapidement de puissance vers l'est.

Il nous semble légitime de chercher dans un phénomène orogénique la cause à laquelle remonte la formation d'un dépôt détritique aussi étendu, autour des massifs cristallins de nos Alpes. On sait que MM. Steinmann et Schmidt attribuent l'existence d'un faciès très analogue du Lias aux environs de Lugano, à l'existence de saillies ou récifs triasiques dans la mer du Lias.

Le Lias calcaire prend souvent aussi la forme de *marbre noir* à veines spathiques (environs d'Aigueblanche); d'autres fois, ce sont des calcaires noirâtres, mats et compacts, bien distincts des calcaires du Trias. Entre Moutiers et Aigueblanche, aux alentours de la Combe de Varbuche, sur les pentes de Lavrières et près de Saint-Jean-de-Belleville, il est représenté par des calcaires marneux et

des schistes noirs calcaires. De petits grumeaux d'argile, noirs et brillants, traçants et ressemblant à du graphite sont à signaler dans ces calcaires liasiques des environs de Moutiers. Ces fragments ne sont pas combustibles. Des *calcaires noirâtres à entroques* se montrent aussi dans le haut de la vallée du Nantbrun, au milieu des assises liasiques ; ils contiennent des fragments de Bélemnites.

Au Pas-du-Roc, on peut, à l'entrée du défilé, en venant de Saint-Michel et à droite de la route, voir se succéder (pendage est) les assises suivantes :

1° Trias. Schistes bariolés (verts, lilas) alternant avec des calcaires dolomitiques bleuâtres, jaunâtres à l'extérieur ; 15^m.

2° Calcaire noirâtre en petits bancs, avec nombreux débris de coquilles, *Arricula contorta*, entroques, etc.

3° Calcaires gris-bleu, compacts, à veines spathiques, *roggons de silex*, etc., exploités pour chaux hydraulique.

Puis vient une série de bancs de calcaire noir, de marbres, alternant avec des lits plus marneux, rognonneux, vers le haut de laquelle on remarque l'intercalation de gros bancs de calcaire construit, de teinte plus claire, *pétris de Polypiers* et de *débris de fossiles*. Cette coucheaffleure un peu en amont du passage à niveau, au-dessus d'un petit pré, le long de la route (Voir la carte fig. 12). A cet intéressant horizon succède une suite de calcaires schisteux noirs beaucoup plus argileux. En continuant à suivre l'Arc, on traverse un anticlinal qui fait apparaître les gypses sur la rive gauche ; puis les assises liasiques se montrent de nouveau.

Sur la rive gauche de l'Arc, près d'un petit pont (non loin du mot « Culoz » de la Carte d'Etat-major) le calcaire coralligène montre un beau développement (v. plus loin).

A l'entrée du Tunnel du Télégraphe (fig. 11), au-dessus de Saint-

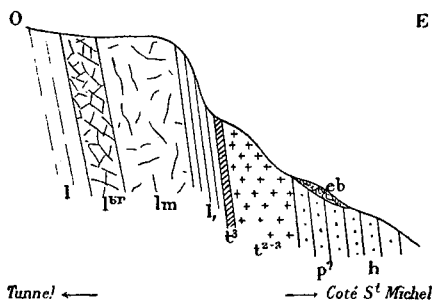


Fig. 11.

Coupe prise à l'entrée E. du tunnel du Télégraphe (Savoie).

eb. Eboulis.

l. Lias calcaréo-schisteux.

lbr. Brèche du Télégraphe.

lm. Marbre liasique.

l. Rhétien.

t2-3. Gypses et schistes bariolés du Trias.

P. Permien (peu net).

h. Houiller.

Jean-de-Maurienne, la nature des assises liasiques est voisine de ce que nous avons vu au Pas-du-Roc. On y remarque, en dessus de l'Infralias, des marbres rappelant beaucoup ceux de la route d'Aigue-blanche ainsi qu'une brèche calcaire identique à celle du Niélard et se présentant dans des conditions stratigraphiques très nettes (*Brèche du Télégraphe*).

Les tranchées de la route, au-dessus des « Granges du Grand Galibier », sont pratiquées dans des schistes calcaréo-marneux de couleur noire, mate, qui, certainement, appartiennent, comme leur continuation de la vallée de l'Arc, au Jurassique inférieur. Des parties plus calcaires se détachent de la masse.

C'est non loin de la gare de l'Argentière-la-Bessée, sur la route de Vallouise, au voisinage du pont, que l'on voit affleurer sur la route de Vallouise, les représentants les plus nets du Lias dans le Briançonnais, bancs réguliers de calcaire noir, sillonné de veines spathiques et alternant avec des bancs schistoïdes également foncés. On peut étudier ces assises, qu'accompagnent aussi quelques couches plus franchement schisteuses, jusqu'au delà de Saint-Joseph, puis ils font place à une brèche calcaire noirâtre, semblable à la brèche des environs de Moutiers (brèche du Télégraphe), en deux grosses assises, entre lesquelles on remarque des calcaires schisteux noirâtres et un banc de calcaire à structure coralligène.

Des *rognons de silex* se montrent près de Saint-Jean-de-Belleville, dans les calcaires liasiques ; on les retrouve au Pas-du-Roc et en d'autres points, notamment dans la vallée du Guil et aussi dans celle de l'Ubaye, au lieu marqué « Pont voûté » sur la carte d'État-Major où se montrent, en contact avec les calcaires et schistes du Trias, une série de calcaires à rognons de silex, marbres noirs veinés de calcite et enfin une brèche calcaire que nous attribuons au Lias.

Un horizon coralligène (1) fort intéressant, constitué par 3 à 4 mètres de calcaire cristallin blanc, pétri de Polypiers, oolithique par places, apparaît vers le milieu des assises liasiques à Dorgentil, près Saint-Jean-de-Belleville, au Pas-du-Roc, près de Saint-Michel-de-Maurienne, ainsi que près d'un pont sur l'Arc entre cette dernière localité et Saint-Jean. Ce banc a été découvert par nous en Savoie, et une trace s'en est retrouvée sur la route de la Bessée à Ville-Vallouise (Hautes-Alpes).

(1) Voir au sujet de cette découverte : C.-R. *somm. S. G. F.*, séance du 15 déc. 1890 et *Soc. de Statist. de l'Isère*, séance du 21 nov. 1890.

Les affleurements connus jusqu'à ce jour sont les suivants :

1° A Dorgentil (fig.12), au S.-O. de Saint-Jean-de-Belleville (Savoie), ce calcaire affleure sur les flancs du Niélard (S. de Moutiers) où il est en relations avec une brèche à *Belemnites* cf. *parillosus* et *Gryphaea cymbium* (1) et forme des éboulis blancs sur le versant N. du vallon, à 1 kilomètre environ en amont des bergeries de Dorgentil. Il se



F Point fossilifère.

||||||| Lias coralligène. ————— Lias bréchoïde.

Fig. 12.

poursuit sur le flanc occidental du massif, jusque près du col du Golet. Nous y avons récolté en quelques instants les fossiles suivants :

- Polypiers.*
- Radioles de *Cidaris*.
- Pentacrinus* sp.
- Zeilleria numismalis* Lam. sp.
- Lima* sp.
- Lamellibranches divers.
- Nerinea* sp.
- Belemnites* sp.

(1) Cités déjà par Lory (*B. S. G. F.* 2^e sér. t. XXIII, p. 486).

Le calcaire de Dorgentil est très blanc, saccharoïde, cristallin, oolithique par places, d'un aspect presque identique à certains calcaires coralliens du Jurassique supérieur de Rougon (B.-Alpes), de l'Echaillon (Isère) et de la Maure, près Barcelonnette, pétri de débris de fossiles (Radioles de *Cidaris*, Entroques, Polypiers, etc.). Il serait désirable que ce gisement fût l'objet de recherches spéciales, qui, nous n'en doutons pas, permettraient de réunir une faune assez curieuse. Le croquis ci-joint (fig. 12) permettra de retrouver aisément le gisement.

2° Au voisinage du col de Varbuche, à peu de kilomètres au sud de la localité précédente et à peu près à mi-chemin entre la source du Nantbrun et la cabane de Plane.

On le voit, ici encore, nettement supérieur aux calcaires dolomitiques du Trias ; le long du torrent de Varbuche, de magnifiques surfaces ont été mises à nu et l'on peut apercevoir la section de nombreux Polypiers. Près de là, le calcaire coralligène revêt une apparence bréchiforme.

On exploite, près d'Aigueblanche, des calcaires cristallins blancs intercalés dans les assises du Lias calcaire. Il ne serait pas impossible que ces bancs, comme ceux de l'Étroit du Ciex (1) qui ont fourni quelques fossiles paraissant jurassiques, soient les équivalents de notre horizon coralligène de Dorgentil.

3° Enfin, dans le défilé de l'Arc, au Pas-du-Roc, il se montre intercalé dans des calcaires marneux noirs compris entre un banc fossilifère à *Avicula contorta* et les masses schisteuses du Lias supérieur. Il est surtout visible près d'un petit pont sur l'Arc, en aval des gorges du Pas-du-Roc (v. fig. 13), où ses masses blanches et pétries de Polypiers mériteraient une étude approfondie.

4° On retrouve le niveau à Polypiers, mais formé par une roche moins blanche, entre Valloire et le tunnel du Télégraphe, dans les tranchées de la route. Il affleure aussi sur le chemin d'Albanette.

5° Dans le Dauphiné, nous avons découvert des traces de cet horizon à peu de distance de la gare de l'Argentière-La-Bessée (Hautes-Alpes), sur la nouvelle route de Ville-Vallouise, où l'on relève une succession qui rappelle beaucoup celle du Pas-du-Roc (voir plus haut) et où le banc coralligène est intercalé dans des couches comprises entre deux bancs de brèche calcaire (Brèche du Télégraphe).

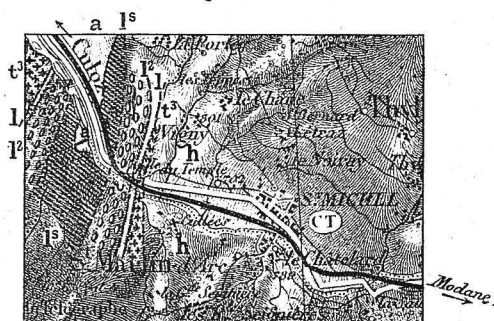
6° Enfin un bloc de calcaire coralligène fossilifère d'un blanc rosé,

(1) Des calcaires blancs identiques, exploités pour la construction du chemin de fer, près de Villette, nous ont fourni des Bélemnites.

trouvé par nous en amont de Vallouise, sur le chemin du col de l'Eychauda, permet de supposer que le niveau du Dorgentil existe également dans le massif qui sépare ce vallon de la vallée de la Guisanne.

Il est important d'insister sur la présence, signalée pour la première fois dans les Alpes françaises, d'un faciès coralligène à *Brachiopodes* du Lias, analogue aux couches de Hierlatz dans les

Fig. 13.



Ⓕ. Point fossilifère.

h Houiller.

Ⓒ Gypses et dolomies (Trias).

l Rhétien à *Atrypa contorta*.

∨ Carrieres.

l² Lias calcaire.

l¹ Lias schisteux (L. sup^r?).

a Alluvions.

Ⓕ. Gisement du Lias coralligène.

Alpes-Orientales qui contiennent, on le sait, souvent des Polypiers et des Entroques à côté de nombreux Brachiopodes. Nous ne connaissons aucune région de la France où le Lias se présente sous cette forme. On rencontre en revanche des assises récifales et de même âge à l'est, dès les environs de Lugano (4). On comprendra facilement l'intérêt qu'il y a à constater dans nos Alpes l'existence de ce faciès, à une époque où des couches récifales, coralligènes ou subcoralligènes du même genre se formaient dans les Alpes centrales et orientales, l'Apennin, la Sicile, la Kabylie et l'Andalousie. Ce faciès n'avait pas encore été rencontré dans le Lias du bassin delphino-provençal.

Le LIAS SCHISTEUX (Lory) de la deuxième zone, formé d'une série de schistes noirs et grisâtres, satinés, très calcaires, renferme des Bélemnites; il correspond probablement, comme dans la première zone, aux environs d'Allevard et de la Rochette, à la fois au Toarcien

(4) Voyez *Eclogae Helv.*, t. II, n° 1, p. 26 (Schmidt et Steinmann : Note sur les environs de Lugano), 1890.

et au Jurassique moyen (Dogger), et repose sur les bancs plus calcaires précités. Il a été peu étudié et couvre de grandes surfaces au sud de la Chambre et de Saint-Jean-de-Maurienne.

Le Lias schisteux se voit bien dans la vallée de Valloire en aval de ce village et au-dessous du Tunnel du Télégraphe, où il est, comme en beaucoup d'autres points, superposé au Lias calcaire décrit précédemment. La nature schisteuse de ces couches, l'absence des calcaires compactes est remarquable, ainsi du reste que l'extrême rareté des fossiles. Nous essayons plus bas de montrer qu'il convient d'en détacher une partie pour les assimiler au Bajocien.

S'il est malaisé de distinguer, sans le secours de fossiles, le Lias schisteux du Bajocien, sa limite inférieure est également parfois assez peu nette. La distinction est, en effet, souvent difficile à établir entre le Lias dit « calcaire » et le « Lias schisteux, » comme aussi entre celui-ci et les couches calcaréo-schisteuses qui ont fourni des fossiles du Dogger. De Saint-Martin-de-la-Chambre à Bonvillard, par exemple (voyez fig. 9), on traverse toutes ces couches et on se trouve en présence d'une série continue de schistes et de calcaires schisteux qui, cependant, doivent nécessairement correspondre au Lias tout entier et à une partie du Jurassique moyen, dont on a signalé des fossiles à l'est du col de la Madeleine (1). *Vers l'est*, se montre la brèche du Niélard, ainsi que les calcaires coralligènes de Dorgentil, le Lias calcaire des Encombres, d'Aigueblanche, etc. Il en est de même dans le Dauphiné. Aux environs d'Allevard, de la Grave et de Grenoble, le Lias se divise nettement en deux groupes : l'un inférieur calcaire, où se montrent déjà de minces bancs de brèche ; l'autre supérieur, schisteux. Mais d'un autre côté, le Lias surtout schisteux de l'Oisans et de la Grave fait place, *vers l'est*, à une série épaisse de roches bréchoïdes et plus calcaires, qui se confondraient presque en un massif avec les calcaires triasiques, si ces derniers n'étaient pas plus dolomitiques, plus cristallins et beaucoup moins argileux. C'est ce faciès calcaire et bréchiforme à Lamellibranches et Gastropodes, associés aux Céphalopodes, que nous appellerons avec M. Haug *faciès briançonnais du Lias*.

Dans les Hautes et Basses-Alpes, on observe le même phénomène en allant de l'ouest à l'est, des chaînes extérieures vers les chaînes intérieures : à Digne et à Gap, division nette en une masse calcaire inférieure (Sinémurien et partie du Liasien) et un ensemble supérieur schisteux ; plus à l'est, dans le Briançonnais (La Bessée) et la Haute-Ubaye, tout le Lias semble calcaire et bréchiforme (2).

(1) Nous y avons recueilli récemment, avec M. Révil, des fossiles du Dogger ainsi que *Posidonomya alpina*. (Note ajoutée pendant l'impression).

(2) Le contraste entre ce que M. Haug a appelé très heureusement Lias à faciès briançonnais et Lias à faciès dauphinois (loc. cit. p. 29), apparaît ici avec évidence.

Il reste réservé à de nouvelles et minutieuses recherches de délimiter l'extension et la succession de ces divers faciès (1); d'essayer de découvrir la cause des remarquables différences dans les dépôts du Jurassique inférieur que nous venons de signaler et de bien les séparer, dans chaque cas particulier, des formations calcaires plus anciennes du Trias.

DOGGER. — Le Lias n'est pas le seul représentant du Jurassique dans les chaînes alpines. Le Jurassique moyen, dont les affleurements ont été étudiés à Arsines et à Villard-d'Arène (Hautes-Alpes), par M. Haug (2), et dont des fossiles ont été recueillis en outre par Lory et par nous aux cols Lombard et de la Madeleine, a été confondu jusqu'ici avec le Lias.

Le synclinal isoclinal (isosynclinal) jurassique, dans lequel est situé le col de la Madeleine, se poursuit, en effet, sans aucune interruption au sud jusque dans l'Oisans, par la Chambre, Saint-Sorlin-d'Arves et par Saint-Jean-de-Maurienne, Montrond et le col Lombard. Comme sur plusieurs points de ce parcours des Ammonites bajociennes ont été rencontrées, on est autorisé à supposer avec beaucoup de vraisemblance qu'un synclinal occupé par le Dogger se poursuit d'un bout à l'autre de la bande liasique. Nous avons reconnu qu'une zone à peu près continue de ce terrain traverse, du sud au nord, la feuille de Saint-Jean-de-Maurienne et sommes

(1) On lira avec beaucoup d'intérêt les lignes consacrées par M. Haug (*loc. cit.* p. 166, 189, etc.) à la distribution des faciès des terrains secondaires dans le bassin du Rhône et notamment ce qui a trait aux déplacements successifs du « géosynclinal subalpin ». On verra que l'ingénieuse hypothèse de notre confrère rend parfaitement compte de toute les particularités observées par nous et décrites dans le présent travail.

(2) Le Bajocien du col d'Arsine est un calcaire bleu; il paraît être surmonté par des calcaires schisteux à *Lyt. tripartitum* (Bathonien inférieur); au-dessus sont encore des schistes probablement bathoniens supérieurs; ils ont donné lieu aux grandes prairies du Lautaret (Communication inédite de M. Haug. V. en outre Haug *l. cit.*, p. 87). Un examen minutieux du vallon de Pramelier, situé au N. de la Grave, une excursion aux Fréaux et une tournée fort instructive effectuée en la compagnie de M. P. Termier, nous ont montré que dans la haute vallée de la Romanche, le Lias présente également un banc calcaire et une partie supérieure schisteuse. La languette jurassique qui pénètre dans le massif du Pelvoux au sud de la Grave et du Villard-d'Arène n'est pas un « fossé », comme le dit M. Haug, mais bien un pli synclinal étiré: M. Termier nous a fait voir, en effet, que le Lias calcaire, souvent disparu par étirement, en jalonne les bords; il permet de reconnaître nettement la structure du synclinal.

Les schistes de l'Hospice du Lautaret ne nous semblent pas oxfordiens (Haug, *l. c.*, p. 88), mais toarciens et appartenant au flanc oriental du synclinal couché du Puy Goléfre. Au N. E. de Pramelier, on voit apparaître au-dessus d'eux le Lias inférieur et le Trias.

convaincu qu'il existe localement dans le Briançonnais et que les affleurements bajociens du Valgodemar et d'Arsine ne resteront pas les seuls représentants du Dogger aux abords immédiats des massifs cristallins de la première zone alpine. Aux environs de la Rochette, les recherches de M. Pillet ont, du reste, suffisamment fait voir que la partie supérieure des couches noires, jadis considérées comme liasiques, se montrent, lorsqu'on y rencontre des fossiles, comme à la Table, appartenir au Dogger. Il en est de même aux environs d'Allevard, où un échantillon déterminé comme *Am. Murchisonæ* par M. Douvillé a été rencontré dans les schistes noirs qui avoisinent les mines de fer (Renseignement fourni par M. Reynond, ingénieur en chef de la C^{ie} du Creusot). Une bonne portion des schistes noirs attribués au Lias supérieur par Lory devra donc être étudiée de près et se révélera vraisemblablement comme d'âge un peu plus récent.

JURASSIQUE SUPÉRIEUR. — Nous avons reconnu que les calcaires appartenant à cet âge avaient, dans la zone du Briançonnais, une extension beaucoup plus grande qu'on ne le pensait jusqu'à présent, et nous tenons à signaler ici l'existence du Jurassique supérieur bréchoïde (Calc. de Guillestre) à *Ammonites* et *Duvalia*, dans un certain nombre de massifs du Briançonnais, du Queyras et de la Haute-Ubaye, considérés comme liasiques par Lory (1).

Le Jurassique supérieur, représenté à l'est du massif de Piollet (Hautes-Alpes) par des marbres rouges bréchiformes ou plutôt « amygdalaires », que MM. Collot et Lory ont fait connaître sous le nom de *Calcaire de Guillestre* (2), est partout bien reconnaissable et contient des *Ammonites* (Sérenne) et des *Bélemnites* du groupe des *Duvalia* (La Roche-de-Rame, Saint-Crépin, le Castellet).

Ces calcaires de Guillestre blancs et rouges sont notamment bien visibles au-dessus de Saint-Crépin, où ils renferment *Belemnites* (*Duvalia*) cf. *latus*. Près de la Roche-de-Rame (la Roche-sous-Briançon), ils ont été également reconnus par nous au-dessus de

(1) Nous venons de découvrir près du Lac Blanc, entre le Roc du Grand-Galibier et le col de la Ponsonnière, à une altitude de 2800 mètres, au milieu des névés, un affleurement de calcaire lithonique (C. de Guillestre), très riche en fossiles (*Duvalia lata*, *Aptychus punctatus*, *Apt. Beyrichi*, *Lyloceras*, Crinoïdes, etc). Ce gisement fera l'objet d'un travail ultérieur. Ainsi que le fait remarquer M. Haug, on ne connaissait aucun lambeau de Jurassique supérieur dans les zones alpines au nord de Guillestre ou en Savoie.

(2) Lory. Note sur deux faits nouveaux de la géologie du Briançonnais. *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XII, p. 117 et suiv. 1883. — L. Collot: Descr. géol. des environs d'Aix en Provence, 1880, p. 149.

la gare : une bande continue de ces calcaires roses s'étend de Guillestre à la Roche-de-Rame, par Saint-Crépin, pour se retrouver après une interruption, au-dessus de Villard-Saint-Pancrace, à très peu de distance de Briançon, où, d'après le dire de M. Clère, gardemines à Briançon, des Ammonites y ont été recueillies.

On peut les étudier aussi un peu en amont du hameau de Grande-Serenne, près du pont du Castellet (fig. 15), où on les exploite et où ils renferment des bancs épais de calcaire d'un blanc rosé, à cassure esquilleuse, d'aspect corné. Ils reposent sur des dolomies du Trias. Une des dalles du pont de la Condamine, provenant des carrières de Sérénne, contient une série d'*Ammonites* du reste spécifiquement indéterminables (1). Nous avons recueilli à Serenne (Castellet), une Bélemnite plate appartenant au genre *Duvalia*. De ce point, on voit les bancs s'élever jusqu'au sommet de la montagne, sur la rive gauche de l'Ubaye, où ils forment le Roc du Sauvage.

Nous avons encore constaté l'existence de cette assise caractéristique au Pic Guillestre (2607^m), près Ceillac, dans la vallée du Guil. Le marbre de Guillestre se montre dans un synclinal entre la Maison-du-Roy et le Veyer en amont de la Maison-du-Roy, et dans le massif du Font-Sancte (Ubaye), au voisinage du col Néal. D'autre part, M. David-Martin (2) a signalé ces calcaires le long d'une bande qui s'étend de Guillestre vers le S.-E. jusqu'au col de l'Argentière, à la Mortice, au Castellet, à la Berche et à la Tête de Saint-Ours et M. Coolidge a rapporté de l'Aiguille du Chambeyron des échantillons qui ne laissent aucun doute sur l'existence du Malm sur ce sommet. Les torrents descendant du col Albert (Queyras) charrient aussi, ainsi que nous l'avons constaté, des fragments de brèche rose appartenant au même horizon.

Le faciès pseudobrècheïde ou amygdalaire, qui caractérise cette assise dans tout le Briançonnais et même dans d'autres parties des Alpes, n'est que l'exagération d'une structure qui se montre dans le Tithonique inférieur de toute la région subalpine, de Lémenc (Savoie) à Castellane (Basses-Alpes), ainsi que dans l'Ardèche et l'Andalousie. Nous avons publié ailleurs (*Ann. des Sc. géol.*, T. XIX) des détails sur les particularités et l'origine probable de cette structure, qui n'a rien de clastique et ne peut être assimilée aux brèches et conglomérats détritiques.

Nous rappelons qu'aux environs de Barcelonnette (Méolans), les

(1) Il suffit de jeter un seau d'eau sur ce pont (trottoir gauche en venant de Jausiers) pour voir apparaître ces coupes de Céphalopodes avec une grande netteté.

(2) David Martin. Excursions géologiques dans les vallées limitrophes de l'Ubaye et de la Durance, etc. Gap. (Jouglaud) 1888.

calcaires de Guillestre passent latéralement à des calcaires coralligènes (1).

CALCAIRES DU BRIANÇONNAIS.

Maintenant que nous avons donné les principaux caractères des diverses assises triasiques et jurassiques de la zone du Briançonnais et essayé de montrer qu'il existe dans cette partie des Alpes françaises des calcaires d'âges variés appartenant au Trias, au Lias et au Malm, il est utile d'examiner à quoi, parmi ces dépôts, correspondent les masses calcaires décrites et représentées comme liasiques par Lory, sous la dénomination de *Calcaires du Briançonnais*. Or, en étudiant et en suivant, la carte à la main, ces masses calcaires, nous sommes arrivé à la conclusion que le vaste ensemble désigné par Lory sous le nom de Calcaires du Briançonnais, à l'exploration duquel nous avons consacré plusieurs semaines, doit être en grande partie attribué au Trias, dans les plis duquel se trouvent pincés de nombreux lambeaux appartenant au Lias et au Jurassique supérieur. Ces enclaves sont souvent fort difficiles à distinguer des calcaires triasiques. Les brèches du Lias et du Jurassique supérieur, que l'on ne devra pas confondre avec les dolomies bréchoïdes du Trias, pourront servir de repères excellents pour le travail ardu et pénible qui consistera à subdiviser, dans chaque cas particulier, la puissante masse des *Calcaires du Briançonnais*, rattachés au Lias par Lory, mais qui en réalité sont composés :

- 1^o De calcaires et dolomies triasiques (pour la plus grande partie) ;
- 2^o De brèches et de calcaires liasiques et jurassiques moyens ;
- 3^o De calcaire amygdalaire jurassique supérieur.

Maintenant il s'agira de reconnaître et de délimiter les synclinaux de calcaire jurassique pincés dans les calcaires triasiques. C'est notamment dans la gorge du Guil, en aval de Château Queyras, que cette différenciation devra être faite avec soin.

Pour faire, ainsi qu'on l'avait proposé, du Lias de tout l'ensemble des calcaires du Briançonnais, il faudrait supposer que le Trias, bien développé et comprenant une assise moyenne calcaire aux environs de Moûtiers (Savoie), soit réduit dans le Briançonnais aux quartzites accompagnés seulement d'une mince couche de

(1) *Comptes-rendus Ac. des Sc.* 21 octobre 1889. Au Lac Blanc, l'extrême abondance des débris de Crinoïdes et des fragments de Calcaire construit, englobés dans la brèche lithonique que nous venons d'y découvrir, semble aussi indiquer le voisinage de récifs. — (Note ajoutée pendant l'impression).

cargneules. Cette hypothèse exigerait aussi un changement trop brusque de faciès pour le Lias ; cet étage, sans transition encore calcaréo-marneux aux environs du Galibier et à la Grave, deviendrait subitement dolomitique vers l'est (les Rochilles, Pic du Grand Galibier).

Nous avons entre les mains une Ammonite de la vallée de Névache, qu'on vient de nous envoyer comme provenant d'un point situé entre le Pas-de-la-Tempête et le Lac-Blanc (Hautes-Alpes, frontière italienne). Ce fossile, qui est incontestablement liasique (c'est un *Aegoceras*, dans lequel notre ami M. Haug a reconnu *Aegoceras* cf. *circumdatum* Mart.), est entouré d'une gangue de calcaire d'un aspect fort différent de celui des calcaires triasiques du Briançonnais. Si les indications de provenance qu'on nous a données sont exactes, ainsi que nous avons tout lieu de le croire (le gendarme Laurent qui a découvert ce fossile, nous ayant fourni une attestation signée), il résulterait que les enclaves liasiques se continuent au milieu des calcaires du Trias jusque dans le massif de la Clarée et dans le voisinage de la Vallée-Étroite. En revanche, nous verrons plus loin qu'il n'existe aucune raison pour détacher, comme on l'a proposé, les calcaires du Mont-Thabor du Trias, auquel les rattache leur nature pétrographique et leur position stratigraphique (1). La réapparition de la brèche du Niélard, bien caractérisée en un certain nombre de points du massif des Rochilles, nous montre en effet qu'il existe probablement une série de lambeaux jurassiques enclavés dans les dolomies du massif qui limite les bassins de l'Arc, de la Dora Riparia et de la Guisanne et que les recherches futures délimiteront exactement, mais nous croyons devoir déclarer nettement que les calcaires du sommet du Thabor, dont parle M. Virgilio, nous semblent incontestablement triasiques. Il nous paraît important de faire remarquer le mauvais état des fossiles qui ont servi à MM. Portis, Piolti et Virgilio pour rattacher au Crétacé ces calcaires du Thabor. Le *Cylindrites* ne semble être qu'une vague empreinte comme il peut s'en rencontrer à tous les niveaux et à laquelle il peut être téméraire de donner un nom. Quant au *Magas*, il peut n'être qu'un jeune individu du groupe des Waldheimiidés. L'âge crétacé des calcaires du Thabor, considérés comme infra-liasiques par Lory, entraînerait l'attribution au même terrain crétacé des calcaires à Gyroporelles du Chaberton (base des escarpements), de Maurin (Ubaye) et des environs de Modane, possédant les mêmes caractères pétrographiques et la même position stratigraphique

(1) Virgilio. Il Permo-carbonifero di Valle Strette. Torino (1890), *Atti R. Acc. d. Sc. di Torino*.

(ils sont séparés des quartzites par une assise souvent très mince de gypses et cargneules) et qu'on est du reste d'accord à présent pour considérer comme nettement triasiques.

Quant aux calcaires plus récents affleurant non loin de là, il est souvent assez facile de distinguer toutes ces couches du calcaire du Trias; à Vallouise notamment et à la Roche Olvern près des Granges du Galibier, il serait bien difficile de confondre les calcaires noirâtres à l'éclat mat du Lias (bande Encombres-Galibier) avec les calcaires dolomitiques plus saccharoïdes du Trias, auxquels ils sont ici juxtaposés. Mais il n'en est pas toujours de même et il est des cas (environs de la Bessée, Eychauda) où la distinction est presque impossible à un observateur non exercé.

Le Dogger, dont Lory a fait pressentir l'existence près de Guillestre, n'a pas encore été constaté avec certitude dans toute la zone du Briançonnais.

Notons cependant quelques points où l'existence d'une série d'assises superposées, bien distinctes, permet d'établir des divisions dans la masse des calcaires dits du Briançonnais.

Aux alentours du col des Rochilles, on peut se convaincre aisément de l'existence simultanée des cargneules et calcaires triasiques et de la brèche du Télégraphe (Lias).

Une bonne succession existe à la station de la Roche-de-Rame (H.-Alpes), où l'on rencontre, en gravissant les pentes qui conduisent vers le Lauzet, la succession suivante, de haut en bas (fig. 14):

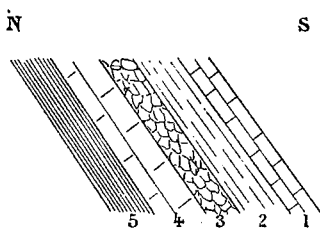


Fig. 14.

Succession près de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes) flanc S. de la vallée de la Durance.

- 1^o Marbre de Guillestre (Jurassique supérieur).
- 2^o Calcaire triasique noir.
- 3^o Brèche du Télégraphe.
- 4^o Calcaire gris dolomitique du Trias, d'apparence moirée.
- 5^o Schistes gautrés lilas et brunâtres.

En se rendant de la Maison-du-Roy à Guillestre, la série des couches est également assez nette. Aux quartzites qui, vers l'issue de

la gorge, forment un anticlinal dont le noyau est formé par les porphyrites, on voit se succéder :

- 1a Des cargneules.
- 1b Calcaires noirs en plaquettes.
- 2° Des calcaires noirs et des calcschistes à structure cristalline.
- 3° Des schistes rouges et des bancs de calcaires bréchoïdes.
- 4° Des schistes satinés verdâtres et des calcschistes gris.
- 6° Bancs calcaires noirs à cassure esquilleuse et brèche calcaire (brèche du Télégraphe).
- 7° Calcaires rougeâtres, pseudo-bréchiformes (Calc. de Guillestre) du Jurassique supérieur.

L'existence de dépôts crétacés au Chaberton, dont la mention a été faite par M. Suess (1), puis tout récemment encore par M. Diener (2), d'après un passage d'un ouvrage de Neumayr (3), passage dont nous donnons la traduction plus bas, constitue, si ces dépôts existent réellement, un des faits les plus intéressants de la géologie alpine, comme l'a du reste fait remarquer M. Diener. Ce dernier auteur a constaté à la base du Chaberton la présence de calcaires à Gyroporelles appartenant sûrement au Trias; il ajoute que vers le sommet de la montagne se rencontrent des calcaires blancs, qui probablement sont ceux qui ont fourni les fossiles que Neumayr déclara crétacés et que Michelotti et Gastaldi avaient déterminés comme paléozoïques. Néanmoins les indications et les figures données jusqu'à présent sur cette faune nous semblent trop insuffisants pour permettre d'affirmer l'existence du Crétacé dans la 3^e zone. Il est étonnant qu'aucun de nos confrères italiens n'ait encore songé à soumettre ces couches du Chaberton à une étude approfondie et à éclaircir ainsi une question de la plus haute importance. C'est l'intérêt même de cette controverse et l'espoir de susciter une exploration de cette curieuse localité, si peu accessible aux géologues français, qui nous détermine à reproduire ici textuellement les quelques lignes que M. Neumayr consacra, à propos d'une étude sur la Craie de Syrie, aux calcaires du Chaberton (4). Voici la traduction littérale de ce document :

(1) Suess., *Antlitz der Erde*.

(2) Diener, *loc. cit.* p. 18.

(3) *Denkschr. de l'Académie de Vienne*, t. XL, 1880, p. 404.

(4) « Aus den Alpen sind nur wenige Analoga zu citiren; dass mindestens sehr alt aussehende Gesteine in der Kreideformation der Südalpen vorkommen, beweisen die Mittheilungen von Gastaldi, über die Seealpen und den ligurischen Apennin; derselbe fand in den Kalken und Dolomiten, welche unmittelbar über der « zona delle pietre verdi » liegen, und die man stets für sehr alt gehalten hat; in dem « calcare del Chamberton », welcher mit Lory's « calcaire du Briançonnais » parallelisirt wird, eine Anzahl von Fossilien, die nach den Untersuchungen von Michelotti (Su alcuni fossili paleozoici delle Alpe Maritime e delle Apennine Ligure. *Accad. d.*

« Il n'y a que peu de formations analogues à citer dans les Alpes ; les communications de Gastaldi sur les Alpes Maritimes et l'Apennin de Ligurie montrent qu'il se rencontre dans le Crétacé des Alpes méridionales des roches d'apparence très ancienne ; cet auteur a trouvé dans les calcaires et dolomies qui recouvrent immédiatement la « Zona delle pietre verdi » et qu'on avait toujours considérés comme très anciens, dans le Calcaire « del Chamberton » (*sic*) que l'on met en synchronisme avec le calcaire du Briançonnais de Lory, une série de fossiles qui, d'après les recherches de Michelotti (1), seraient du Paléozoïque ancien. Cependant, M. le professeur Meneghini, qui, dans une visite que je fis à Pise, eut la bonté de me montrer ces échantillons, s'est assuré que ces fossiles sont certainement crétacés. En effet, les formes interprétées (*loc. cit.*) Pl. II, fig. 7 à 11 comme *Cyclolithes*, etc., sont des Actéonelles, les Polypiers figurés sur la Pl. I comme *Cyathophyllum* montrent nettement sur le dessin une multiplication des cellules par division et non par bourgeonnement du calice ; ce sont sûrement de jeunes hexacoralliaires. Gastaldi reconnut en effet ce fait plus tard, et les « calcaires du Chamberton » doivent supporter dans cette localité des couches crétacées. En tous cas, ces dernières sont développées ici avec des caractères lithologiques qui ne contrastent nullement avec ceux des couches tout à fait anciennes (2). »

Nous rappellerons aussi que c'est également en se basant sur des fossiles mal conservés que MM. Michelotti et Gastaldi avaient

Lincei, 1877) altpaläozoisch sein sollen. Allein Herr Prof. Meneghini, der mir bei einem Besuche in Pisa die Stücke zu zeigen die Güte hatte, hat sich überzeugt, dass dieselben entschieden cretacisch seien ; in der That sind die l. c. tab. II, fig. 7-11, als *Cyclolithes* u. s. w. gedeuteten Formen Actæonellen ; die auf Tab. I abgebildeten Korallen, welche *Cyathophyllen* sein sollen, zeigen nach der Zeichnung deutlich Vermehrung der Zellen durch Theilung, nicht durch Kelchknospung und sind sicher junge sechszählige Typen. Von Gastaldi wurde dies später anerkannt, und es sollen an der genannten Localität dem Chamberton-Kalke Kreidebildungen aufliegen : jedenfalls sind diese letzteren hier in einem Gesteinscharakter entwickelt, welcher gegen denjenigen der ganz alten Schichten in keiner Weise absticht. »

(1) Su alcuni fossili paleozoici delle Alpi Maritime e dell' Apennine Ligure. *Acc. d. Lincei*. 1877.

(2) M. Diener ajoute que la présence de la Craie au Chaberton n'apporte aucun nouvel élément à la question des Calcaires du Briançonnais, ces derniers occupant une zone qui est séparée du Chaberton par une importante ligne de dislocation.

Il y a bien un axe anticlinal entre le Chaberton et les montagnes du Briançonnais, mais cet accident n'a pas plus d'importance que les nombreux plis qui accidentent la zone du Briançonnais elle-même (les Rochilles) et nous ne comprenons pas que l'on ne fasse pas rentrer le Chaberton dans la même zone que le Thabor, les montagnes de Névache, de l'Infernet, etc.

rattaché au Silurien les calcaires de Chaberton. Or, si les calcaires du Chaberton étaient paléozoïques, il serait nécessaire de faire subir le même sort à ceux du Thabor, de la Vallée-Etroite, du col des Acles, etc.

Il y a lieu, par contre, d'insister sur la valeur des récentes déterminations de M. Portis, surtout sur la présence de *Myophoria*, genre facilement reconnaissable, qui ne permet guère d'attribuer les calcaires qui ont fourni ces fossiles à un autre terrain qu'au Trias (ou au Rhétien).

Enfin, nous sommes heureux de pouvoir donner communication du passage suivant d'une lettre que nous a adressée M. Diener, de Vienne, et qui vient confirmer l'attribution au Trias d'une grande partie(1) des calcaires du Briançonnais, résultat auquel nous sommes arrivé par des études purement stratigraphiques et qui concorde avec les conclusions qu'a fournies aux paléontologistes italiens la détermination des fossiles recueillis dans cette même assise sur le versant italien des Alpes.

« Je suis parfaitement d'accord avec votre opinion sur la position stratigraphique du « calcaire du Briançonnais » de M. Lory. J'ai eu l'occasion de visiter quelques endroits du Briançonnais, de la Maurienne et de l'Oisans en 1889, pendant quelques semaines, et j'ai trouvé moi-même des *Gyroporelles* dans les calcaires du Chaberton, considérés par M. Lory comme liasiques, tût près des premiers forts italiens, au-dessous de Clavières. Ces calcaires ressemblent d'une manière frappante à notre « Dachsteinkalk », une des assises les plus puissantes et les plus caractéristiques des Alpes Orientales. Les *Gyroporelles* que j'y ai trouvées ressemblent, d'après les déterminations de M. Gumbel, qui les a examinées, à *Gyroporella aequalis* et *G. curvata*. »

Il résulte, de tout ce qui précède, qu'il y a lieu de maintenir les conclusions suivantes déjà énoncées plus haut, et qui résument le résultat de nos dernières recherches :

Les calcaires du Trias forment, de la Vanoise à la Haute-Ubaye, une large bande où ils laissent percer çà et là, le long des anticlinaux, des assises plus anciennes, et montrent dans les synclinaux des lambeaux plus récents (jurassiques). Nous avons là une zone triasique, où dominent les calcaires dolomitiques. Cette zone offre une frappante analogie avec les zones triasiques des Alpes Orientales, qui comprennent les célèbres dolomies de la Bavière et du Tyrol.

(1) On sait qu'il y aurait à en détacher d'après nous une série de lambeaux triasiques et jurassiques enclavés dans les synclinaux au voisinage même du Thabor (v. plus haut).

TERRAINS TERTIAIRES.

NUMMULITIQUE. — Le Nummulitique forme dans son ensemble un pli synclinal que l'on suit sans interruption du Cheval-Noir, en Tarentaise, au col du Lauzanier (à la limite des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes).

Le fait important sur lequel nous tenons à attirer l'attention de nos confrères est l'existence d'une brèche nummulitique *micacée* et quartzeuse bien distincte de la brèche décrite plus haut comme liasique aux environs de Moûtiers (Tarentaise); cette brèche était jusqu'à présent considérée en Savoie, comme triasique et a été décrite par Lory (1) sous le nom de « Calcaires micacés » et de brèche des Schistes lustrés.

Dans cette région (Crève-Tête, Cheval-Noir, Moûtiers, Varbuche, Villerclément), le Nummulitique débute par des arkoses et par une brèche *micacée* à éléments variés. On y remarque des grains de quartz en grande quantité, de nombreuses paillettes de muscovite et de séricite qui donnent à la roche son aspect spécial, du feldspath souvent kaolinisé et des parties terreuses de limonite, des nids de substance chloriteuse et des fragments plus volumineux de schistes satinés du Trias (violacés et ne faisant pas effervescence avec les acides) et du Lias (grisâtres à vive effervescence) joints à des débris gneissiques. Citons en outre : des schistes cristallins, divers schistes et roches permienes, grès houiller, calcaires, schistes bigarrés et dolomies triasiques, quartzites, calcaire noir, calcaire blanc coralligène et schistes du Lias, etc. Cette brèche micacée est surtout bien développée aux environs même de Moûtiers, près de Villarly, au Cheval-Noir (2834 m.) au Niélard, à la pointe de Crève-Tête. Dans cette dernière localité, comme au Niélard, elle est en contact avec les schistes bigarrés du Trias et les brèches calcaires du Lias et a été interprétée comme triasique par Lory (2). La présence de nombreux fragments de calcaire du Trias, d'éléments micacés et quartzeux, permet avec un peu d'habitude de distinguer facilement ces deux brèches. Au col de Varbuche, les brèches et grès grossiers pourraient, à l'examen superficiel, être parfois confondus avec les schistes cristallins, tellement y abondent les paillettes de mica. Cependant, le ciment, souvent calcaire, se dissout, fait effervescence avec les acides et permet de mettre facilement en évidence la nature détritique de la roche. On suit la brèche nummu-

(1) Lory. — *Loc. cit.* p. 277.

(2) *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XIII, (1866) et 3^e sér., t. I, (1873).

litique vers le sud par le col de Varbuche et Villerclément, où elle est intercalée nettement à la base du système nummulitique. Plus au midi encore, on la retrouve avec des éléments plus fins et passant à l'arkose au col de l'Eychauda (fig. 15).

Entre Moutiers et Aigueblanche, des glissements font croire facilement à l'intercalation de cette brèche dans le Lias ; un examen attentif nous a montré qu'il n'en était rien. Le Nummulitique forme là un massif synclinal distinct des couches liasiques et les recouvrant vers la partie occidentale du tunnel, où il formerait un V synclinal pincé, comme c'est le cas dans beaucoup de points de la chaîne de Varbuche, entre le Lias et le Trias (effet de la transgression suivie de plissement, voir fig. 9). Voici la coupe de cette cluse, telle que nous l'interprétons. Un profil dirigé de l'est à l'ouest, de la vallée de l'Isère avant la traversée de Moutiers, à la dépression d'Aigueblanche, montre, ainsi que nous l'a fait voir M. Potier (1), une série de couches verticales, inclinées vers l'Est, et qui forment la succession suivante :

1. Grès houiller.
 2. Permien (en face de la gare, dans les vignes, schistes satinés violets et lie-de-vin)
 3. Quartzites triasiques.
 4. Massif de calcaires dolomitiques triasiques, visible seulement assez haut, sur les pentes de la montagne.
 5. Schistes satinés brunâtres, verdâtres et violacés.
 6. Des gypses correspondent, de l'autre côté de la vallée, au Trias supérieur.
 7. *Schistes et brèche quartzifère et micacée en alternance, au-dessus de l'entrée du tunnel* (côté Moutiers); sur le flanc opposé de la vallée on a exploité des ardoises identiques à celles que fournit le Nummulitique de la Maurienne.
 8. Calcaires noirâtres du Lias avec veines de calcite et brèche calcaire identique à celle qui existe à la montagne du Niélard. Les marbres sont exploités pour la construction de la voie ferrée.
- Interruption au sortir du défilé.
9. Schistes noirs du Lias supérieur (près d'Aigueblanche).

C'est l'assise 7 qui, pour nous, est pincée en V entre les assises 6 et 8.

D'autres fois encore, c'est avec les grès houillers que la ressemblance est grande, néanmoins le mélange de fragments calcaires et d'éléments siliceux est un criterium suffisant pour reconnaître notre roche. Suivant les points étudiés, ce sont tantôt les schistes cristallins, tantôt les calcaires noirs qui forment les blocs les plus volumineux enchassés dans cette curieuse formation. Il existe donc, aux environs de Moutiers, deux brèches bien distinctes : l'une

(1) Nous saisissons cette occasion pour exprimer nos vifs remerciements à M. Potier qui, dans une très instructive excursion que nous eûmes le plaisir de faire avec lui, nous mit à même de réunir les éléments de cette coupe.

est *calcaire* et appartient au Lias ; nous l'avons décrite plus haut sous le nom de *Brèche du Télégraphe*. L'autre est *micacée*, quartzifère et doit être considérée comme *tertiaire* ; elle renferme des fragments de calcaire liasique noir et des morceaux de schistes cristallins. Cette brèche alterne avec des schistes satinés et se trouve souvent juxtaposée à la précédente ; on la retrouve sur le chemin de Fontaine entre le Niélard et la montagne de Mottet, sur le flanc sud de la montagne et plus loin à la rampe qui mène de Champessuit au Plan-de-Monsieur, en aval de Villarclément, etc.

Des *Nummulites* ont été recueillies, comme on sait, par divers observateurs, dans des calcaires blancs jaunâtres, compactes, esquilleux, intercalés à la base du système à Montricher et au col de l'Eychauda ; nous avons aisément retrouvé ces gisements ; au-dessus du pont qui relie la route de la vallée de l'Arc à Montricher notamment, on peut recueillir les fossiles en place. On a aussi rencontré des *Nummulites* à Varbuche (Coll. de la Faculté des Sciences de Grenoble).

Au col de l'Eychauda, où Lory a signalé un bel affleurement de ces calcaires à *Nummulites*, ils se présentent comme le fait voir la figure ci-dessous (fig. 15) :

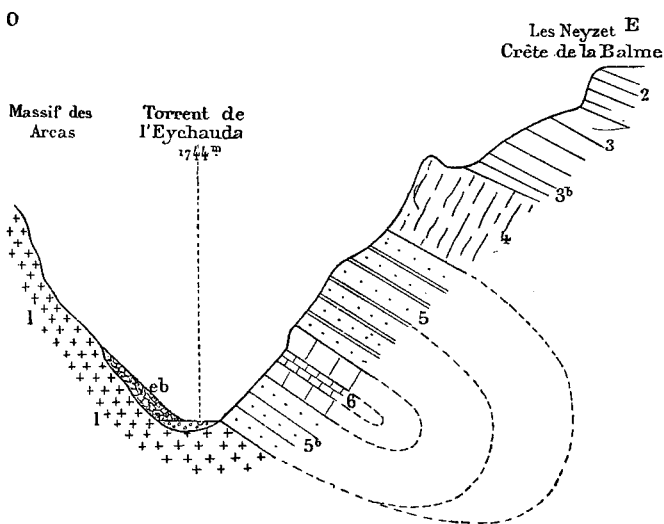


Fig. 15.

Coupe relevée entre Vallouise et le col de Vallouise (col de l'Eychauda).

1. Schistes cristallins.
2. Calcaire.
3. Schistes versicolores et cargneules.
- 3^b. Calcaires noirs en dalles.

4. Calcaire saccharoïde à Crinoïdes (*Pentacrinus*, etc.) et traces d'organismes de petite taille, parsemé de petites taches blanches et rappelant les calcaires du Trias (calcaire de Maurin et du lac du Paroird).

5. Schistes et grès nummulitiques.

6. Calcaire compact gris, légèrement marneux, en gros bancs, rempli de Nummulites. 15-20^m (rappellent un peu certains calcaires du Lias).

3^b. Grès quartzo-feldspatique et arkose.

Il est à désirer que cet horizon de calcaires soit suivi et étudié dans les Alpes françaises, et que l'Eocène et l'Oligocène, qui n'ont été bien décrits que dans les localités exceptionnelles de Faudon et des environs de Castellane, soient spécialement explorés. Les calcaires dont nous parlons semblent constituer un niveau entre les brèches et arkoses de la base et les schistes et conglomérats du Flysch. Non loin de la ferme d'Hanamour, entre Montandré et la Platière, on voit, en effet, à la base de ces derniers, des calcaires grenus brunâtres qui doivent représenter cette assise. Dans le vallon d'Escrins (Hautes-Alpes), M. David Martin a également cité des Nummulites dans un calcaire analogue.

La partie supérieure du Nummulitique est formée par une grande épaisseur de schistes tantôt pourris (Lautaret, Serenne), tantôt ardoisiers [Moutiers, Maurienne, Saint-Julien; Montricher, Embrunais, Châteauroux et Crevoux (Hautes-Alpes)]; alternant avec de petits bancs de grès quartzeux brunâtres. Cet ensemble est habituellement désigné sous le nom de *Flysch*. Il appelle de nouvelles recherches; on peut l'étudier en descendant du village de Guillestre, vers le Plan-de-Phasy, il s'y présente sous la forme de schistes brillants micacés avec bancs gréseux bruns très caractéristiques. Saint-Paul est également situé au milieu d'un synclinal formé par les schistes entremêlés de bancs de grès à aspect « rouillé » et pourri du Flysch.

Le Nummulitique existe encore sur la route du Lautaret, près de la Madeleine, et se continue de là jusque près du Grand Galibier. Entre ce col et le Pic du Grand Galibier, on remarque en effet une série de schistes dont l'aspect est tout à fait celui des couches dont nous parlons en ce moment. On reconnaît là l'aspect du Nummulitique classique de la vallée de l'Ubaye, des environs du Mont-Denis (Savoie) et de l'Embrunais, ses schistes ardoisiers et ses intercalations de petits bancs de grès à grains fins de couleur brunâtre.

Cet ensemble supérieur est en grande partie remplacé, au N. de l'Arc (environs de Moutiers) par des brèches analogues à celles de la base.

La puissance du Nummulitique (et du Flysch) a souvent été consi-

dérablement exagérée, car on a rarement tenu compte du fait que tout en affectant en gros une disposition synclinale, ces couches présentent, surtout dans l'Embrunais et l'Ubaye, un grand nombre de plis secondaires. Les empilements de plis du Flysch que l'on aperçoit par exemple à la Condamine, en face de la gare de Saint-Clément et ceux des environs de Réallon, avec leurs contournements et leurs « plissotements », permettent de bien se rendre compte de ce fait.

Dans l'Embrunais, le Nummulitique occupe de vastes surfaces; il s'y montre très puissant et, replié plusieurs fois sur lui-même, il constitue toute la crête qui sépare les bassins de l'Ubaye et de la Durance. Nous rappellerons en terminant que M. David Martin cite ce terrain dans le Vallon-Clos, non loin de Maurin, ce qui reculerait vers l'est la limite ordinairement admise pour son extension.

ROCHES ÉRUPTIVES.

Ne nous étant pas occupé de ces formations pendant nos récentes explorations, nous nous bornerons à faire remarquer que l'âge des schistes gris lustrés, étant au moins paléozoïque, il s'en suit que les serpentines, variolites, euphotides qui les traversent sans atteindre le Trias authentique ne peuvent, jusqu'à nouvel ordre et sans autres preuves, être considérés comme triasiques. Ajoutons aussi que de nombreux débris de porphyrite (1) contenus dans les conglomérats permien du Briançonnais tendent à prouver que les éruptions de ce genre ont été, à la fin de la période paléozoïque, bien plus abondantes dans notre région qu'on ne l'avait présumé.

(1) M. Michel Lévy a bien voulu examiner des échantillons de porphyrite recueillis par nous à Guillestre. Voici les résultats de ses observations :

Porphyrites décomposées, surchargées de séricite, de zoïsite, de calcite, de chlorite, d'oligiste dus à des actions secondaires intenses. Parmi ces actions secondaires, le dynamométamorphisme ne paraît pas jouer un rôle très marqué. Du moins, les grands cristaux ne sont pas très émiellés et la schistosité générale n'est pas extraordinaire. Dans la plaque (1) il y a très peu de minéraux ferrugineux : les grands cristaux sont surtout en feldspath triclinique assez acide (voisin de l'oligoclase). Les microlithes, méconnaissables, sont d'assez grande taille, également surtout en feldspath; j'incline à croire à l'oligoclase; mais il pourrait y avoir aussi de l'orthose en microlithes. Donc, *Orthophyre* ou mieux *Porphyrite*, très feldspathique, très cristalline, d'un type vraisemblablement peu basique. Je ne crois pas à une roche d'épanchement; c'est le type de porphyrites *en filons* qui, d'un côté, passe aux porphyres ou aux microgranulites, de l'autre, aux porphyrites ophitiques.

La plaque (2), à grain plus fin, pourrait mieux convenir à un épanchement ou plutôt à une salbande. Moins grands cristaux de feldspath; les microlithes sont

D'après les publications récentes de MM. Schmidt et Steinmann (*Eclogae geol. helveticae*, 1889, vol. II, n° 1), la succession observée aux environs de Lugano, c'est-à-dire dans la zone externe méridionale des Alpes Centrales, serait tellement analogue à celle que nous avons relevée dans certains points de nos zones alpines, que nous pensons intéresser nos confrères en insérant ici le schéma suivant qui en donne la correspondance avec la série qui vient d'être décrite :

ZONES ALPINES FRANÇAISES	ENVIRONS DE LUGANO
<i>Brèches</i> du Niélard, du Télégraphe, etc., et calcaire coralligène de Dorgentil.	Lias <i>bréchoïde</i> et récifal, oolithes, marbres à Brachiopodes, etc.
Infralias.	Infralias coralligène (Calc. à <i>Lithodendron</i>).
Gypses et cargneules. Calcaires et dolomies de Briançon, du Chaberton, Thabor, etc., gypses et cargneules.	} Dolomie et calcaires triasiques à gyroporelles et diplopores (Faciès récifal).
Quartzites.	
Conglomérats permien (verrucano) de l'Argentière, etc.	Grès (C. de Werfen).
Porphyrite de Guillestre, etc.	Verrucano.
Grès houiller.	Porphyrite.
	Grès houiller.

II. TRANSGRESSIONS ET DISCORDANCES

L'étude des diverses assises qui constituent les chaînes alpines nous a conduit à constater l'existence d'un certain nombre de TRANSGRESSIONS et de DISCORDANCES, dont la constatation n'est pas sans importance pour l'histoire géologique de nos Alpes. Nous indiquerons ici celles que nos recherches ont particulièrement mises en évidence.

M. Diener a fait remarquer très judicieusement que beaucoup de discordances apparentes peuvent, dans les régions fortement disloquées, être produites sous l'influence de phénomènes dynamiques postérieurs au dépôt des couches. D'un autre côté, comme l'indique encore fort bien M. Diener, il arrive souvent que les traces de dislocations anciennes ont été complètement effacées par l'effet de plissements subséquents plus énergiques. L'étude de ces sortes de

entièrement détruits ; il y a, en outre, de nombreux grands cristaux épigénisés en oligiste et dont les profils ne paraissent pouvoir être rapportés qu'à du mica noir ou mieux à de l'amphibole (?). Mais cette plaque est vraiment trop chargée de produits de décomposition.

phénomènes est donc fort délicate, d'autant plus que le simple défaut de parallélisme des couches n'est pas nécessairement dû à un phénomène orogénique au sens strict du mot (plissement), mais qu'il peut être produit par un simple hombement du sol ou par un exhaussement du niveau des mers. Il importe donc beaucoup de relever soigneusement les exemples de *discordance angulaire* qui seuls fournissent (lorsqu'il est bien prouvé qu'elles ne sont pas une simple apparence causée par des dislocations subséquentes) les preuves des phénomènes orogéniques, et ne peuvent être dues à un simple mouvement des mers.

Voici quelques remarques que nous ont suggérées nos récentes recherches :

1° Nous avons fait observer, plus haut, que le Permien recouvre les Schistes lustrés à Combe-Bremond, tandis qu'ailleurs il repose sur le terrain houiller. Il y aurait là (1) la trace d'une *transgression permienne* de peu d'étendue qu'il serait utile de suivre de près.

2° Comme les Schistes lustrés sont plus anciens ou au moins du même âge que le Houiller, il faut admettre une *grande transgression du Trias* sur le Permo-carbonifère qu'il recouvre en concordance dans les deuxième et troisième zones (fig. 2,3), tandis que dans la quatrième, il repose souvent sur les Schistes lustrés (fig. 2) et que, dans la première, il est séparé du Houiller par une discordance prononcée (2).

3° La *transgression et discordance du Jurassique supérieur* sur les calcaires triasiques (aux environs de Guillestre et du Castellet), doit conduire à supposer des mouvements du sol (émersions locales) ayant eu lieu pendant l'époque jurassique, mouvements que d'autres considérations nous ont déjà conduit à considérer comme probables (3).

La *transgression, au moins locale, du Jurassique supérieur* reposant sur les calcaires triasiques au Castellet (Haute-Ubaye) doit, à notre avis, être admise comme réelle et certaine, alors que les rapports des brèches liasiques avec les calcaires du Trias sont encore assez

(1) Si l'on admet que les Schistes lustrés sont plus anciens que le terrain houiller.

(2) Cette discordance des terrains plus récents (Permien (?) et Trias) sur le Houiller est surtout nette aux environs du Mont-Blanc (Prarion, etc.), ainsi que la transgression des quartzites triasiques, qui tantôt s'appuient sur le Houiller, tantôt sur les schistes cristallins (Megève), ainsi que nous venons encore de le constater avec M. Michel Lévy.

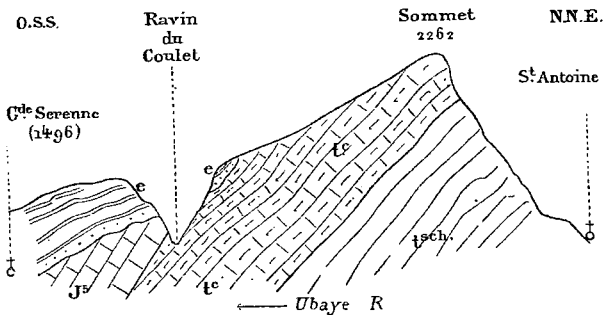
(3) Voir à ce sujet *C.-R. Ac. des Sc.* 18 octobre 1889, et *Descr. géol. de la Montagne de Lure (Ann. Sc. Géol., t. XIX-XX)*, p. 406 (1888).

obscurs pour la région disloquée du Briançonnais. Le Jurassique supérieur s'étend en transgression sur le Lias et le Trias dans les environs de Guillestre; il s'appuie sur les dolomies triasiques (1) près du Coulet (fig. 16) et sur le Lias à la Roche-de-Rame.

On jugera par la coupe ci-jointe (fig. 16), relevée dans la haute vallée de l'Ubaye, en amont des hameaux de Serenne, de la valeur

Fig. 16.

Coupe relevée en amont de Serenne (Basses-Alpes), sur la rive droite de l'Ubaye, près du Castellet.



e. Nummulitique.

J⁵. Calcaire de Guillestre (Jur. sup.).

tc. Dolomie triasique.

tsch. Calcschistes du Trias.

de cette transgression, qu'il nous semblerait difficile d'expliquer par un phénomène mécanique, l'épaisseur et la résistance des dépôts jurassiques inférieurs étant trop grande pour qu'ils aient pu disparaître par simple glissement. Ce fait est du reste corroboré par les relations du Malm avec son substratum dans toute la région du Queyras.

4° La *grande transgression nummulitique* peut être considérée comme établie; elle est très nette en Savoie entre Moutiers et la Chambre, où l'on voit les assises tertiaires reposer successivement sur le Lias (brèche, près du Niélard et de Moutiers), les gypses triasiques (Bonnet-du-Prêtre, O. de la Perrière), les schistes bigarrés (côte O. de Crève-Tête, versant occidental du col de Varbucho), les calcaires du Trias (Varbucho, vers le Plane), les quartzites

(1) Et non sur les calcaires du Lias, ainsi que l'a indiqué M. Zaccagna (*loc. cit.*). Ces calcaires liasiques existent un peu en amont, au Pont-Vauté, où ils sont enclavés dans le Trias.

(Varbuche) et le Lias schisteux (environs de Champessuit) (voyez fig. 9). Les fragments de ces diverses roches forment en grande abondance les éléments de la brèche nummulitique et montrent nettement, par leur fréquence relative en relation avec la nature du *substratum*, qu'il s'agit bien d'une transgression et non d'un contact anormal. Sur le versant occidental du col de Varbuche, notamment (point X de la figure 9), où les assises tertiaires reposent sur les schistes bariolés du Trias, la brèche nummulitique est en grande partie formée de fragments de schistes lilas et verdâtres, ce qui met bien en lumière le fait qu'il s'agit ici d'une superposition réelle et non d'un contact par faille. Nous sommes ainsi amené à admettre comme démontrée, pour la Maurienne et la Tarentaise, cette transgression : que l'on pouvait du reste s'attendre à constater, le changement qui s'est opéré dans l'extension du domaine maritime entre le Sénonien et le Nummulitique de notre région du Sud-Est étant considérable.

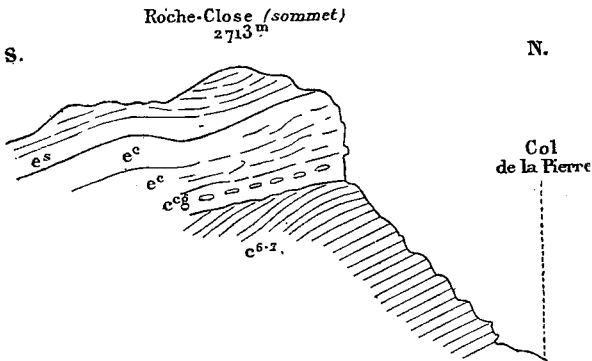
Ajoutons que d'autres explorations (voir plus bas) nous ont montré qu'il existait, en outre, souvent (Saint-Paul-sur-Ubaye, etc.) une discordance angulaire semblable à celle que MM. Goret et Zaccagna avaient indiquée et que nous avons mise en évidence en 1889, plus au sud, aux environs de Seyne (Basses-Alpes). La disposition seule des assises nummulitiques dans le Vallon de l'Eychauda, entre Ville-Vallouise et le Monétier de Briançon, telle qu'elle est représentée fig. 15, rend nécessaire l'hypothèse d'une période d'érosion considérable entre le dépôt du Trias et celui de l'Éocène. Sur le flanc oriental du Pelvoux (vallée de la Pisse, col de l'Eychauda), le Nummulitique est en effet directement appliqué sur les Schistes cristallins, et il n'est pas possible d'attribuer ce fait à une faille, car les premières assises éocènes sont formées d'arkose et contiennent des fragments de la roche cristalline sous-jacente. Or, dans cette même coupe, on voit le Nummulitique en contact avec les calcaires liasiques, sur lesquels il devait reposer ; et plus loin, au Lautaret et au Galibier, il s'appuie sur le Trias. Il a donc fallu que les Schistes cristallins qui, dans cette région, ont été recouverts d'un manteau continu de Lias, (le Trias existant seulement dans les dépressions) ainsi que le prouvent les lambeaux liasiques épars dans la partie élevée de la chaîne de Séguret-Foran, aient été complètement dénudés avant de recevoir les dépôts nummulitiques. On pourrait, il est vrai, expliquer aussi cette disposition par un *étirement* ayant fait disparaître toutes les assises du Trias et du Jurassique. Mais cette hypothèse nous paraît bien hasardée.

Cette transgression est encore manifeste dans la vallée de Barcelonnette, ainsi que l'a du reste déjà fait remarquer M. Goret; au chapeau de Gendarme, c'est sur le Néocomien que s'appuient les calcaires nummulitiques. A la Maure, le Nummulitique recouvre l'Oxfordien et, près de Jausiers (Saint-Flavi), c'est le Trias sur lequel il s'appuie.

Enfin, près de Seyne (fig. 17), on le voit successivement, en se diri-

Fig. 17.

Discordance angulaire du Nummulitique sur le Sénonien au col de la Pierre, près de Seyne (Basses-Alpes).



es . Schistes nummulitiques.
ec . Calc. à Nummulites.

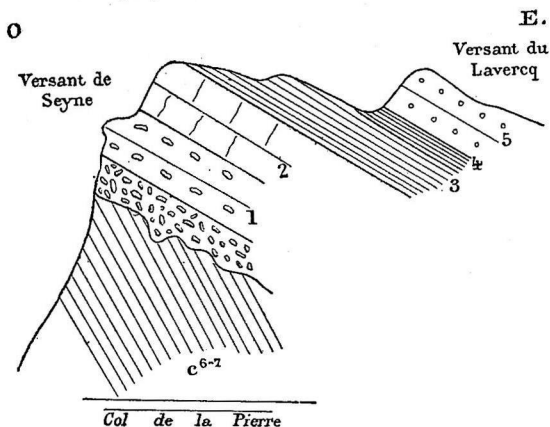
ecg . Conglomérat nummulitique.
c6-7. Dalles sénoniennes.

geant de Roche Close vers le fort Saint-Vincent, recouvrir le Sénonien (1), le Cénomaniens, l'Aptien, les différentes assises du Néocomien et le Jurassique supérieur. On voit par la figure ci-contre que cette transgression est accompagnée au col de la Pierre d'une *discordance angulaire* avec le Sénonien. Un bel exemple de ce genre existe aussi en amont de Saint-Paul sur Ubaye, au Castellet, près Serenne (fig. 16); la brèche pittoresque du Castellet est pratiquée dans les bancs fortement redressés du Malm qui repose nettement (ravin du Coulet) sur les dolomies du Trias; or, il est facile de voir les schistes nummulitiques reposer en discordance angulaire sur

(1) La discordance angulaire du col de la Pierre ne peut être attribuée à un phénomène mécanique; nous en avons la preuve dans la nature de la première couche éocène, qui est un conglomérat de galets sénoniens pénétrant jusque dans les anfractuosités du calcaire sous-jacent.

les calcaires fossilifères du Jurassique supérieur qu'ils débordent, pour s'appuyer un peu plus loin sur le Trias (fig. 16), qui forme le flanc du ravin du Coulet.

Fig. 17bis.
Côte prise au N. du col de la Pierre.



c⁶⁻⁷. Calc. sénoniens fossilifères à *Ananchytes*, etc.

- | | | |
|---|---|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Conglomérats grossiers. 2. Calc. noirs à Operculines, etc. 3. Schistes. 4. Grès en plaques. 5. Grès d'Annot. | } | Nummulitique. |
|---|---|---------------|

Il y a donc *discordance angulaire* du Nummulitique sur les couches plus anciennes (le Castellet dans la Haute-Ubaye, Roche-Close, près Seyne) et transgression de ces mêmes dépôts nummulitiques sur diverses assises (du terrain primitif au Sénonien), dont les débris se retrouvent, en chaque cas particulier, parmi les éléments des premières couches éocènes (Savoie, Hautes-Alpes).

Il nous semble par conséquent prouvé que, dans la région considérée, il y a lieu d'admettre (comme nous l'affirmions déjà en mars 1890, dans une note présentée à la Société de Statistique de l'Isère), outre les dislocations hercyniennes (préhouillères et posthouillères) de la première zone et les grands plissements bien connus de la période miocène, des *dislocations prénummulitiques* (fin du Crétacé ou Eocène inférieur). Les traces de ces mouvements sont surtout visibles dans les Basses-Alpes (environs de Saint-Geniez et de Seyne); ainsi qu'il ressort de nos précédentes études.

Le fait que les assises sur les tranches desquelles repose le Nummulitique appartiennent au Sénonien, semble avoir échappé à

M. Diener. Il n'est cependant pas sans importance, car il nous donne le droit d'affirmer que, dans notre région, de puissantes dislocations, suivies d'une érosion considérable ont eu lieu à l'époque danienne ou pendant l'Eocène inférieur (1). La date de ces mouvements prénummulitiques ne peut être en effet, par ce fait, fixée qu'à une époque intermédiaire entre le Sénonien et le Nummulitique, c'est-à-dire au Danien ou à l'Eocène inférieur. Il y a là une phase orogénique qui semble avoir été importante et qui se serait manifestée antérieurement au plissement principal des Pyrénées. On ne peut donc pas, du moins dans les régions que nous connaissons, parler comme le fait M. Diener, d'une phase de plissement crétacée (Cretacische Faltungphase), à moins de comprendre sous ce terme des dislocations de l'époque danienne, que nous n'avons du reste pas de raison pour placer à ce moment plutôt qu'au début de l'Eocène.

Aucune discordance ne sépare dans les Alpes suisses, d'après M. Schmidt, les dépôts secondaires des assises éocènes. L'exemple de concordance entre le Gault et le Nummulitique au pied du Beatenberg (Suisse), invoqué par M. Schmidt (2) pour nier la production de plissements à ce moment de l'histoire des Alpes, n'infirme en rien nos conclusions. Outre qu'il est évident que, dans un bassin maritime formé par des assises partiellement plissées puis dénudées par l'érosion, il serait surprenant de ne pas rencontrer des régions plus ou moins étendues où les sédiments nouveaux se déposent en concordance apparente sur un substratum localement horizontal, les assises mésozoïques sur lesquelles repose le Nummulitique ne sont pas, d'après M. Schmidt, partout les mêmes; il y a eu érosion et probablement avant cela, de légers mouvements, lointain écho de ceux dont nous venons de montrer l'existence dans les Alpes françaises.

III. DISLOCATIONS

C'est à des phénomènes de refoulements tangentiels qu'il faut attribuer la majeure partie des dislocations observées dans les Alpes françaises et c'est même à nos yeux *la seule* interprétation qui puisse rendre compte de la structure de cette chaîne. Les étire-

(1) L'existence de mouvements immédiatement antérieurs au dépôt des sédiments nummulitiques, sur lesquels nous avons, à plusieurs reprises, insisté, a été, depuis, admise par M. Haug (*loc. cit.*, p. 187).

(2) Schmidt: *Zur Geologie der Schweizeralpen*. Bâle, Benno Schwabe, 1889, p. 37.

ments, glissements et refoulements sont souvent d'une grande netteté, d'autres fois leur présence se traduit par des *failles*, que l'on ne peut raisonnablement attribuer qu'à des causes de cet ordre.

Dans les chaînes subalpines les *plis-failles* (1), si fréquents notamment dans le massif de la Grande-Chartreuse, dénotent la vraie nature de l'effort orogénique. Il suffit, pour s'en convaincre, de faire en chemin de fer le trajet de Voreppe à Grenoble, notamment en face du beau pli-faille de Sassenage. Les nombreuses coupes publiées par Lory mettent du reste fort bien cette structure en évidence et les environs de Voreppe fournissent un bel exemple de pli-faille inverse.

Nous tenons à faire remarquer à ce propos que la vallée du Graisivaudan, en amont de Grenoble, est creusée dans des couches comprises entre l'Oxfordien et le Lias et dans lesquelles on n'a aucune raison pour admettre de failles ni de lacunes ; un bombement brisé est bien visible à Corenc et il semble qu'on en trouve le pendant en amont et sur la rive gauche de l'Isère, dans l'anticlinal que constituent les schistes toarciens-bajociens dans les collines de Bramefarine, le Moutaret, etc. Ce n'est donc pas, comme semble l'admettre M. Diener (loc. cit. p. 8), une « Wechselfläche » (plan de glissement) qui formerait la limite entre les chaînes alpines et subalpines, il n'y a pas de « Faille du Graisivaudan » et la succession est régulière. Entre le rebord du massif de la Chartreuse et la chaîne de Belledonne existent de légers anticlinaux, que coupe très obliquement l'Isère en amont de la Tronche et dont elle a en partie fait disparaître la trace sous ses alluvions.

La figure 9 qui représente le profil transversal schématique de l'arête de Varbuche, entre la Chambre et la vallée des Encombres, ainsi que la coupe bien connue de la vallée de l'Arc entre la Chambre et Modane, suffisent pour faire apprécier, à un observateur non prévenu, le rôle prépondérant des phénomènes de plissement dans nos *zones alpines*. Il nous paraît cependant intéressant de faire connaître les deux coupes (fig. 18 et 19) ci-jointes, relevées dans le massif de Varbuche. Outre qu'elles mettent en évidence l'énergie des phénomènes de refoulement dans la deuxième zone alpine, elles sont dues à une poussée qui semble être venue de l'est et émaner du grand anticlinal houiller en éventail de la troisième zone. Nous devons attirer l'attention de nos confrères sur la situation anormale des schistes rouges, dolomies et cargneules, à la montagne du Coin ou Roche-

(1) Ces failles ont été désignées dernièrement par M. Diener sous le nom de « Wechselflächen » ou plis-failles inverses.

violette (fig. 19), où ces assises se trouvent superposées à l'Infra-lias ; situation qui est due, ainsi que le prouve nettement le croquis (fig. 18), pris d'après nature et représentant la continuation,

Fig. 18.

Coupe prise d'après nature au S.-E. de la Cabane de Varbuche (Savoie):



vers l'est, de l'arête du Coin, à un pli couché et non à un simple jeu de failles verticales (1) que Lory avait cru reconnaître en ce point.

Un *pli-couché* très net à axe triasique s'observe donc à l'ouest du col du Bonnet-du-Prêtre en Savoie et le Trias se trouve là superposé aux bancs à *Avicula Contorta*.

Nous avons constaté l'existence de *chevauchements* répétés (« Schuppenstructur ») au Galibier et dans les environs de Saint-Jean-de-Belleville ainsi que dans les Basses-Alpes.

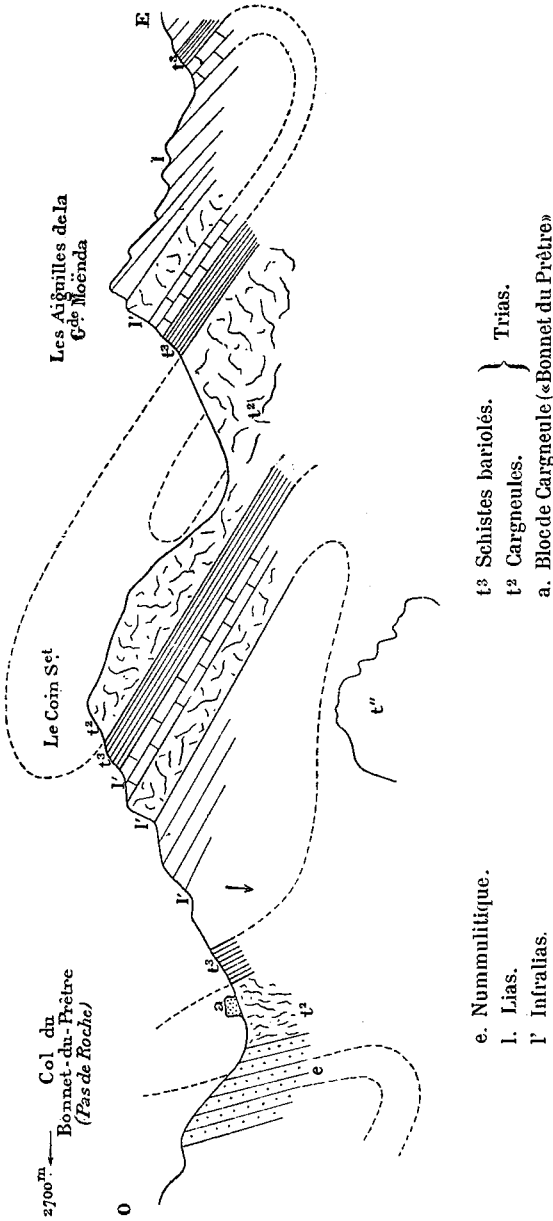
Les plis peuvent être facilement suivis dans le Briançonnais, et, là aussi, les failles ne semblent devoir leur existence qu'à l'intensité des efforts de pression latérale.

M. Diener semble attribuer encore trop d'importance aux cassures longitudinales qu'il paraît supposer beaucoup plus nombreuses qu'elles ne le sont réellement ; il en cite par exemple dans la zone du Briançonnais, dont elles seraient le caractère dominant. Nous voyons, au contraire, qu'une coupe transversale de cette zone du col du Galibier à la vallée Étroite ne montre que des plis ; pas de « Längsbrüche », tout au plus quelques étirements ou glissements de couches, mais outre les synclinaux et les anticlinaux plus ou moins aigus, plus ou moins déjetés et dégénérant localement en plis-failles, aucun accident important qui ne soit manifestement produit par les phénomènes de plissements. Nous n'avons donc constaté nulle part de *failles*, telles qu'on les conçoit dans les régions où dominent les accidents radiaux dus directement à la pesanteur, du moins à l'état de dislocations importantes et récentes (il a pu

(1) Ch. Lory. Coupes géologiques de la Maurienne et de la Tarentaise (*B. S. G. F.* 2^e sér., t. XXIII, p. X).

en exister cependant dans la tectonique prétertiaire de la chaîne).
 Ce qu'on a appelé de ce nom sont, soit des plis-failles, soit des plans

Fig. 19. — Coupe relevée dans le massif de Varbuche (Savoie).



de glissement des couches, dus à des étirements (l'Echaillon, près Saint-Jean-de-Maurienne, etc.), ou à des chevauchements (voyez fig. 9). Nous saisissons cette occasion pour faire également des réserves sur l'existence des failles signalées par M. Virgilio dans la vallée Etroite; il nous a paru, lors de notre exploration de cette vallée, que la disposition des couches pouvait s'expliquer par des plis anticlinaux faisant réapparaître plusieurs fois les grès houillers.

Les phénomènes d'étirement et la disparition de certaines couches sont en rapport intime avec ces plis; c'est ainsi qu'à Saint-Michel, sur le flanc de l'éventail houiller, la plus grande partie du Trias a disparu par étirement (Faille de Saint-Michel de Lory) (fig. 20), mais on voit ces couches réapparaître graduellement au sud, vers le Galibier (à Valloire, Bonnenuit, etc.) et l'ordre se rétablir; on observe le même phénomène au nord, vers le col des Encombres, où la série est complète. Les grandes failles de Saint-Jean-de-Maurienne et de Saint-Michel ne doivent être considérées, ainsi qu'il nous serait facile de le montrer, que comme de simples accidents concomittants du plissement alpin. Leur continuation (vers le sud notamment) le fait voir d'une façon évidente, car elles ne tardent pas à se perdre, et la première finit par se confondre avec un contour séparant le Nummulitique de son substratum.

C'est plutôt à la nature plus ou moins plastique des couches soumises à l'effort orogénique qu'à une suite d'affaissements linéaires très anciens que sont dus les accidents appelés jusqu'à présent failles dans les « zones (1) alpines ».

Le rôle qu'auraient joué ces failles dans la sédimentation et la répartition des faciès nous semble avoir été exagéré autant que leur ancienneté. Nous venons de voir, en effet, que *pour aucun des terrains étudiés, les limites des différents faciès, quoique parallèles à la direction générale de la chaîne, ne coïncident exactement avec celles*

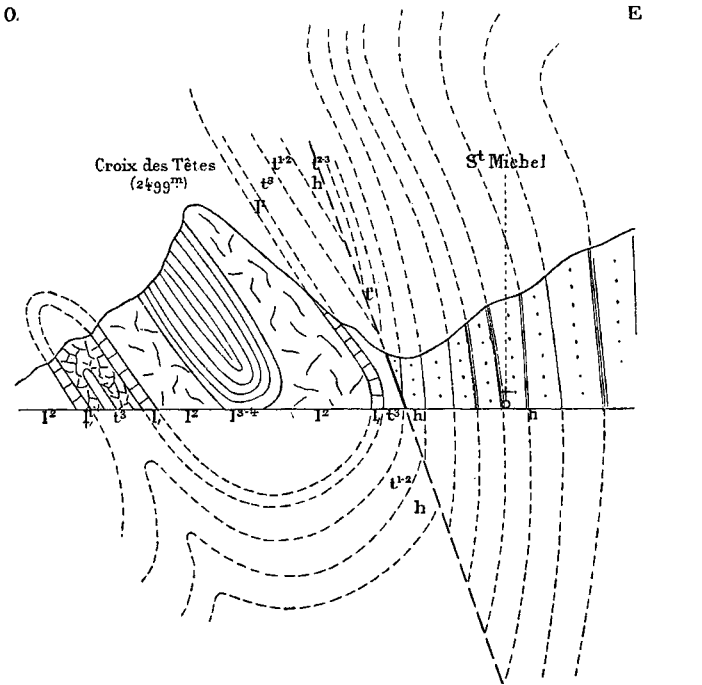
(1) On sait que Lory entendait par ce terme de zone des bandes surélevées ou affaissées les unes par rapport aux autres et limitées par des failles. Nous avons vu que la structure des Alpes françaises devait être considérée comme toute différente.

Cependant la conception de zone n'est pas une simple conception subjective; dans chacune des bandes plissées de l'écorce terrestre, on reconnaît des « fuseaux de plis » caractérisés le plus souvent par des différences de tectonique, la nature des terrains qui s'y rencontrent et l'histoire des actions qu'elles ont subies. M. Diener vient d'en montrer la réalité objective (qui n'est du reste que la traduction d'un phénomène fort simple: la tendance au plissement qui domine l'histoire de chaque partie de nos chaînes de montagne), reconnue du reste depuis longtemps d'une façon implicite par tous ceux qui se sont plus à employer ce terme.

des quatre zones alpines (1). Ces lignes de faille ne semblent donc pas remonter, ainsi qu'il a été souvent répété, à une haute anti-

Fig. 20.

Profil théorique destiné à faire comprendre le mécanisme qui a donné lieu à la « Faille de Saint-Michel » (pli-faille inverse).



- | | | |
|----------------------|--|----------|
| 13-4 Lias schisteux. | t ³ Gypse et Cagneules supérieures. | } Trias. |
| 12 Lias calcaire. | t ² Calcaires dolomitiques. | |
| 1 Rhétien. | t ¹ Quartzites. | |
| | h Houiller. | |

quité. Ainsi, le Houiller se continue à l'ouest de la faille de Saint-Michel dans la vallée de Belleville, et même à l'ouest de celle de Saint-Jean-de-Maurienne; le Permien de Modane se rencontre bien à l'ouest aussi de la « faille de Modane » (au Plan-de-Phazy,

(2) Un excellent schéma représentant la distribution des faciès dans la région delphino-provençale est dû à M. Haug (*loc. cit.* p. 156). La limite orientale du faciès dauphinois du Lias telle qu'elle a été tracée par cet auteur est exacte dans son ensemble, quoique nous voyions apparaître déjà aux environs d'Allevard des indices du faciès bréchoïde (briançonnais) considéré comme côtier par notre confrère.

près de Guillestre), et le faciès calcaire du Trias n'est pas non plus limité à la quatrième zone. Les calcaires triasiques moins puissants, il est vrai, se rencontrent dans la deuxième zone (Varbuche, Pas-du-Roc); la brèche du Télégraphe elle-même, dont le maximum de développement coïncide parfaitement avec les limites de la troisième zone de Lory, existe à l'état de mince intercalation dans le Lias de la première zone; le changement de faciès n'est donc pas brusque.

IV. APERÇU SUR L'HISTOIRE ET LA STRUCTURE DE LA RÉGION DES ALPES FRANÇAISES

Il s'est produit ces dernières années, dans les études géologiques, une transformation dont l'importance ne saurait avoir échappé à quiconque suit d'un peu près le mouvement scientifique de notre pays. On ne se contente plus de constater, comme autrefois, la nature, l'ordre de succession, l'agencement des roches qui forment le sous-sol d'une étendue de terrain donnée; on ne se limite plus à en décrire les dislocations à un point de vue purement objectif; on a compris qu'il fallait aller plus loin, qu'il importait de tirer de tous ces documents des conséquences d'une portée plus générale, tant sur la nature et le mode d'action des forces orogéniques que sur l'histoire et la formation des contrées étudiées. Au lieu d'énoncer simplement des faits d'observation, on s'applique à rechercher les liens qui les rattachent les uns aux autres, à remonter plus haut, aux causes qui ont fait que telle ou telle chaîne, telle ou telle région possède aujourd'hui une structure donnée plutôt qu'une autre.

Préciser la durée et définir l'intensité des mouvements lents et progressifs; dater et circonscrire l'effet des dislocations plus énergiques et plus « épisodiques » qui ont motivé cette structure; en établir la succession, le sens, la direction; en noter les effets; se bien rendre compte des phénomènes d'érosion et d'ablation, des émergences, immersions et de l'importance des sédimentations qui ont eu lieu en même temps ou ont alterné avec les manifestations orogéniques; établir les relations de cause à effet qui relient ces *processus* les uns aux autres; dresser en un mot la carte géographique de la région à chaque moment de son histoire, en faire comprendre les transformations et les rapports avec les éléments voisins, telle est la tâche qui incombe au géologue.

La chaîne des Alpes, par exemple, est le produit d'une suite de dislocations, les unes lentes et peu prononcées (exhaussements, ondulations), les autres plus accentuées (plissements, fractures), qui se sont souvent succédé dans les mêmes zones, séparées par des phases d'immersion et de sédimentation ou d'érosion et d'ablation, reprenant et remaniant les mêmes assises. Il s'agit de retrouver les traces de tous ces phénomènes, de les dater et d'en définir l'intensité et c'est à atteindre ce but que doivent contribuer les considérations suivantes. L'étude des diverses assises qui constituent les chaînes alpines, conduit à constater l'existence d'un certain nombre de *transgressions* et de *discordances*; nous venons de faire connaître quelques observations qui contribuent à éclaircir des phases encore peu étudiées de l'orogénie alpine. On nous excusera de présenter ici un essai de synthèse des résultats qu'ont fournis sur l'histoire et la structure des Alpes françaises l'examen des différentes assises sédimentaires qui s'y rencontrent, considérées au triple point de vue de leur extension, de leur faciès et de leurs rapports mutuels. Les principaux traits de la constitution géologique des Alpes suisses ont été réunis en une intéressante brochure par M. C. Schmidt, professeur à l'Université de Bâle (1); d'un autre côté, M. Diener (2) vient de tenter un essai de ce genre pour l'ensemble des Alpes occidentales. Il nous a paru intéressant de préciser ici quelques-uns des problèmes qui restent à résoudre, de poser nettement quelques-unes des questions dont la solution est particulièrement désirable pour les progrès de la géologie alpine.

a) STRUCTURE GÉNÉRALE DES ALPES ET EN PARTICULIER DES ALPES OCCIDENTALES.

Lorsque l'on jette les yeux sur une carte géologique des Alpes, telle que celle que vient de faire paraître M. Noé, par exemple, l'ordonnance des divers éléments qui constituent la chaîne apparaît assez nettement.

1° On distingue tout d'abord une *zone centrale* constituée par les *Schistes cristallins*, avec leur cortège de cipolins, d'amphibolites, de serpentines, etc., que percent des roches granitoïdes et qui portent encore des lambeaux de sédiments paléozoïques (Schistes lustrés, dans les Alpes occidentales; Phyllites, Dévonien, Silurien et Carbonifère marin dans les Alpes autrichiennes) et de Trias à faciès

(1) Loc. cit.

(2) Loc. cit.

variés, suivant qu'on les étudie à l'est ou à l'ouest de la chaîne. Emergeant près de Gratz des sédiments tertiaires du bassin danubien, cet axe central cristallin s'étend sans interruption jusqu'en Piémont, offrant seulement quelques particularités qui n'en troublent que peu la manifeste continuité. Les affleurements paléozoïques affectent à l'est, dans leur disposition, une symétrie assez nette par rapport à l'axe central. C'est ainsi qu'à part quelques parcelles insignifiantes et un massif plus étendu à l'extrémité orientale de la chaîne, là où la zone cristalline s'épanouit à la manière d'un éventail et va disparaître en deux branches sous les sédiments tertiaires (au nord-est et au sud-est de Gratz), ils forment deux bandes allongées dans le sens général de la chaîne : au nord, entre Neustadt et Innsbruck ; au sud, de Klagenfurt à Mauthen et Brixen, par exemple. La distribution du Permien est aussi remarquable : bordant la chaîne centrale au nord (Hopfgarten près Kufstein) et au sud (Botzen-Tarvis), dans les Alpes orientales ; formant des massifs toujours voisins de la bande cristalline (Mals et, au sud, entre Bellagio et Storo), il se présente également dans les Alpes occidentales (Ubaye-Savone), en bordure de cette dernière et des massifs isolés comme les Alpes Maritimes.

Dans les Alpes Centrales, un accident transversal d'une grande importance (« Judicarienlinie » de M. Suess) constitué par des fractures N.N.E. (Storo-Meran) accompagnées des éruptions granitiques et porphyriques de l'Adamello, de Botzen, Meran et des environs N.E. de Trente, s'étendant sur une longueur de plus de 100 kilomètres, vient troubler un moment la régularité de l'axe ; ce dernier semble avoir été brisé et déjeté à la manière d'une baïonnette. A cet accident se rattache, un peu plus à l'est, l'aire effondrée du Praetigau et une bande affaissée (« Grabenversenkung »), dont M. Diener a étudié tous les détails, sépare là ce qu'on est convenu d'appeler les Alpes Occidentales des Alpes Orientales. Aussi, le plan général est-il moins net dans cette région, où la zone cristalline paraît comme morcelée (1).

(1) La continuité réelle de cette zone a été tout dernièrement révoquée en doute par M. Diener, qui a exposé avec beaucoup de talent la tectonique de l'intéressante contrée où se rencontrent les dislocations dont nous venons de parler. Cependant, quoique notre éminent confrère de Vienne ait fait voir que les plis des zones intérieures ne se continuaient pas de part et d'autre de cette région, il a dû admettre la continuité de la zone calcaire externe. Malgré les arguments de M. Diener, la connexité de la zone cristalline des Alpes orientales avec la zone du Mont-Rose semble évidente, même sur la carte schématique qui accompagne son ouvrage. Il y a là une déviation S.O.-N.E., oblique à la chaîne, qui a modifié fortement la direction des plis ; si l'on ne peut pas parler de la continuité des lignes tectoniques, on peut parfaitement, à notre avis, parler de la continuité de cette zone cristalline.

Les Alpes françaises correspondent à l'inflexion en arc de cercle de toute la chaîne signalée plus haut. La zone cristalline coïncide sur une certaine longueur avec notre frontière et, au sud du Briançonnais, reste même en dehors de notre territoire. Elle possède ici une structure beaucoup plus simple que dans les massifs centraux des Alpes orientales, simplicité due probablement à ce qu'ici le plissement alpin s'est exercé sur une région qui n'avait pas été, comme d'autres (notre première zone ou zone du Mont-Blanc et certaines parties des Alpes orientales par exemple), le théâtre de fortes dislocations hercyniennes. Une partie semble s'être abîmée sous les plaines du Pô, et c'est ainsi que disparaît, auprès de Coni, cette zone maîtresse du système alpin, dont un coup d'œil sur la carte permet de saisir la remarquable continuité depuis Neustadt en Autriche, jusqu'à Suse et Saluce en Piémont.

2° De chaque côté de cette zone se trouvent *deux zones subalpines symétriques* (Préalpes, Alpes calcaires, chaînes secondaires) :

a. Une zone interne (Sesto-Calende (Côme)-Brescia-Vérone) continue de la Save au Tessin, mais qui disparaît, à l'ouest de Côme, sans doute par suite d'affaissements, sous les plaines du Pô (1). Il est probable que, suivant l'inflexion de la zone centrale, elle devait du reste ici décrire un arc de cercle de façon à venir se raccorder à la bordure nord-est de l'Apennin. Au sud-est, cette zone s'éloigne de l'axe cristallin, et ses lignes de dislocations s'infléchissent en éventail du côté de l'Istrie et de la Dalmatie. La structure de cette bande méridionale est assez remarquable : les synclinaux ont une tendance à se déverser vers le sud; peu serrés, ils possèdent pour la plupart une grande amplitude, et sont fréquemment faillés en gradins, surtout au voisinage de la dépression adriatique (Véronais, etc.). Des éruptions récentes s'y sont en maints endroits manifestées.

b. Une zone externe, constituée également par des sédiments mésozoïques et tertiaires, qui sont ici énergiquement plissés, mais plus constante et plus étendue que la précédente. De Vienne au Rhin, par Kufstein, cette zone présente trois bandes bien nettes; une sous-zone intérieure, la plus rapprochée de l'axe cristallin, est

(1) Cette disparition a pour résultat la structure asymétrique des Alpes occidentales qui doit donc être considérée comme purement accidentelle. Nous voudrions voir insister d'avantage sur la symétrie générale du système alpin, qui n'a été troublée que par la façon différente dont se sont comportées les régions extérieures; massifs de résistance, au N. et à l'O. — aires d'affaissement, au contraire du côté de l'Italie.

formée de Trias, de Jurassique et d'un peu de Tertiaire; et, à l'extérieur, une autre sous-zone constituée principalement par le Flysch, borde la précédente et la sépare d'une bande tout à fait externe de Mollasse miocène. Plus à l'ouest, en Suisse et dans la Savoie, la bande de Flysch se confond avec la sous-zone mésozoïque, tandis que la Mollasse se maintient toujours sur le bord externe (anticlinal de la Mollasse). Cette zone mollassique, avec sa continuation, est la partie la plus récente des Alpes. A partir de Chambéry, elle comprend aussi ses chaînons mésozoïques, dont les synclinaux et les failles présentent encore des lambeaux de mollasse pincée : tels le Jura et les chaînes subalpines du Dauphiné ainsi qu'une grande partie des montagnes de la Provence, dernières rides du système alpin. M. Diener vient de montrer comment cette bordure externe peut être décomposée en une série de sous-zones, de faisceaux de plis, ayant chacune, dans une certaine mesure, son individualité propre (comme par exemple la zone du Chablais, le Jura, etc.), et qui se *reliaient* pour ainsi dire, pour constituer cette suite remarquablement constante de chaînes calcaires placées en avant de l'axe cristallin.

Les chaînes extérieures se raccordent parfaitement, près de Bregenz, avec celles des Alpes orientales, pour former, de la Méditerranée à Vienne, une ceinture externe de la chaîne alpine, alors que les zones intérieures semblent fortement déviées.

Dans les Alpes occidentales, un nouvel élément s'ajoute aux précédents : à partir de Disentis et du Tœdi, apparaît une série de *massifs cristallins* portant les traces de dislocations hercyniennes (antéhouillères, antépermiennes et antétriasiques) traversées par des éruptions granitoïdes, montrant en divers points des lambeaux houillers, permiens, liasiques, et séparés de l'axe cristallin de la chaîne par une bande mésozoïque (1) (Andermatt) qui comprend, au S.-O. de Sion, de vastes affleurements de Houiller continental. Cette bande cristalline, la *première zone alpine* de Lory, qui contient les massifs les plus élevés et les plus imposants des Alpes (le Mont-Blanc, la Meije, le Pelvoux), apparaît ainsi comme un simple accident dans le plan général du système alpin, comme une suite de *fragments remaniés de l'ancienne chaîne hercynienne* (2), compris

(1) Zone du Briançonnais de M. Diener.

(2) Telle est aussi l'opinion de M. C. Schmidt (*loc. cit.*) p. 85, qui a mis en lumière avec beaucoup de netteté l'analogie que devait présenter la partie externe de nos Alpes avec le reste de la chaîne variscique (hercynienne) à l'époque carbonifère.

dans la bande secondaire externe et formant en avant de la grande zone cristalline, un premier arc de massifs cristallins.

En effet, à partir du Tœdi, cette zone secondaire septentrionale, jusque-là unique, se divise (1) vers l'ouest en deux bandes qui laissent percer entre elles, comme par une boutonnière, les massifs cristallins de la première zone alpine (Mont-Blanc, Belledonne-Pelvoux), pour se rejoindre ensuite dans le Gapençais, puis se séparer de nouveau un moment et laisser place au massif cristallin des Alpes-Maritimes (Mercantour), de même ordre que ceux que nous venons d'énumérer. La zone Coire-Valais-Briançon-Savone, que signale sur la carte une traînée d'affleurements triasiques et houillers (2^e et 3^e zones alpines de Lory) (2), n'est donc autre chose qu'une partie isolée des chaînes secondaires bavaroises et autrichiennes qui s'est trouvée ici pincée entre les deux zones cristallines et où s'est exercé le métamorphisme régional; en même temps la zone du Flysch, qui à l'est formait une bordure externe régulière au nord des chaînes mésozoïques continue à se maintenir, quoique moins distincte, au nord de la zone subalpine et de ses enclaves cristallines (première zone), tandis qu'à partir de Moutier en Tarentaise et de la Maurienne, une nouvelle bande de Flysch, très nette et très développée, vient se placer entre ces dernières et l'axe cristallin central, forme la deuxième zone alpine de Lory, entoure au S. et au S. O. le Pelvoux de ses accumulations détritiques, acquiert dans les Basses-Alpes un grand développement et se continue avec la zone secondaire vers la Méditerranée, enclavant la boutonnière cristalline des Alpes Maritimes et du Mercantour.

La première zone alpine de Lory peut donc n'être considérée que comme une annexe s'intercalant dans la zone subalpine externe de Disentis à Tende, en une série de massifs, sorte de chapelet, dans l'intervalle desquels les deux sous-zones secondaires se confondent à plusieurs reprises dans les environs de Louèche (Leuk)-

(1) Cette division des chaînes extérieures à partir du Prättigau est bien nette sur les schémas de M. Diener. A l'est de cette région, comme il n'y a plus de 1^{re} Zone, la Zone du Briançonnais se confond avec les chaînes du Rhätikon et du Lech.

(2) Lory, puis M. Diener ont insisté sur la continuité parfaite de cette zone depuis le Rhin antérieur, par le col de Greina, le col Ferret, Briançon, le col de l'Argentière, le bord des Alpes Maritimes, jusqu'en Ligurie. Dans la Maurienne, où cette bande s'élargit, Lory avait distingué les 2^e et 3^e zones, qui ne sont distinctes que sur une petite longueur et doivent leur existence à l'amplitude de l'anticlinal houiller en éventail, auquel succède, à l'ouest, un synclinal de Nummulitique et de dépôts mésozoïques.

Sion et de Charges-Barcelonnette (1). Les mouvements orogéniques les plus récents (fin du Miocène, Pliocène) semblent s'être manifestés dans la bande externe seulement, la zone interne de ces deux séries de chaînes calcaires n'ayant subi probablement que des plissements datant du milieu des temps tertiaires.

C'est au fait de s'être trouvées refoulées entre les massifs de la zone centrale et les môles anciens (Vorland), bourrelets déjà plissés extérieurs au système alpin, tels que le massif de la Bohême, la Forêt-Noire et les Vosges, la Serre, le Plateau-Central de la France, les Cévennes et les Maures, que les zones secondaires externes des Alpes doivent leur constitution si compliquée et les nombreux accidents (plis couchés, etc.), qui témoignent d'une poussée intense émanant de la zone centrale et dirigée vers la bordure externe (N.N.O. et O.). C'est dans la disposition des éléments constituant les chaînes subalpines que se décèle ainsi avec le plus de netteté cette influence des massifs anciens que l'on pourrait qualifier d'*influence hercynienne*, comme aussi d'autre part les masses hercyniennes déjà plissées de la zone du Mont-Blanc ont, lorsque sont venus les mouvements alpins, qui les ont disloquées à nouveau, exercé une action décisive sur la direction des diverses zones du nouveau système. (Système alpin).

Entre Vienne et Constance, par exemple, les plissements subalpins sont à peu près parallèles au bord du massif de la Bohême. Le Jura représente un axe extérieur de plis subalpins s'écartant un moment

(1) M. Diener (loc. cit., p. 27), considère les montagnes situées entre Gap et Digne comme la continuation des chaînes subalpines du Dauphiné. Nous ne partageons pas sa manière de voir : les montagnes de Digne et de Gap, ne correspondant en aucune façon à celles du Vercors et de la Grande-Chartreuse, par exemple, sont, sauf les chaînons tout extérieurs de la montagne de Lure, les anticlinaux mollassiques du bassin de Champsercier et de Tanaron, d'âge plus ancien que les chaînons postmollassiques précités et présentent des traces très nettes de dislocations préoligocènes appartenant à une zone interne des chaînes secondaires, bien distincte par la direction de ses dislocations. Les dépôts de la Mollasse ont empiété sur cette zone déjà plissée et faillée (Auribeau, St-Estève, Tanaron) et ont été redressés plus tard par le mouvement subalpin qui n'a néanmoins pas pu complètement effacer la trace des plissements précédents. La continuation de cette zone prémollassique vers l'Isère ou vers Charges et l'Embrunais n'a point encore été étudiée.

Si la disposition générale de cette suite de ceintures qui reflètent les contours des massifs cristallins du Pelvoux et des Alpes-Maritimes est bien connue, il n'en est pas de même de l'allure particulière des plissements qui la composent. Quel est l'agencement de ces plis, de ces plis-failles et des lignes de refoulement qui s'y font remarquer ? Comment se rencontrent les dislocations d'âge différent et comment s'associent et se groupent en virgations les plis marginaux du Pelvoux et du Mercantour ? C'est là le sujet de recherches d'un haut intérêt que nous comptons entreprendre dès maintenant avec notre savant confrère M. Haug.

du faisceau; déviés par le petit massif de la Serre (1), ils viennent, à Brugg (Argovie), s'écraser contre la terminaison méridionale de la Forêt-Noire (Pli couché du Boetzberg). Enfin, dans la région delphino-provençale, nous avons fait ressortir la façon frappante dont les dislocations récentes se sont pour ainsi dire adaptées aux contours anciens du Plateau-Central et des Maures (*Ann. des Sciences géologiques*, t. XX).

Pour les chaînes secondaires de la bande interne méridionale (zone subalpine interne) il en est tout autrement. Au sud, dans le Bellunais, la Lombardie, le Véronais, l'allure qu'affectent les éléments de la zone secondaire est tout autre. De vastes plis d'une grande amplitude, morcelés et décomposés en gradins par des failles, témoignent d'un refoulement moins intense, de l'absence de môles rigides, comparables aux massifs hercyniens, qui ont donné à la zone subalpine externe son caractère spécial et, comme l'a si bien fait voir M. Suess, d'un affaissement considérable du sol autour de l'emplacement actuel de l'Adriatique. Ces fractures et ces flexures du Bellunais vont en effet à l'est quitter la direction alpine et s'incurver vers le S. S.-E. (Dalmatie), suivant le contour adriatique et méritant la dénomination de « périadriatiques » qu'on leur a quelquefois appliquée.

LA ZONE DU BRIANÇONNAIS.

Ce qui précède permettra de se rendre compte de la situation qu'occupe dans le système alpin la *zone du Briançonnais* à laquelle est consacrée la première partie de ces notes.

Lory et M. Diener ont reconnu dans les Alpes occidentales un certain nombre de bandes parallèles, dont chacune se distingue des autres par un ensemble de caractères, ayant trait tant à l'allure des assises qui les forment, qu'au nombre et à la nature des efforts orogéniques qu'elles ont subis. Ce sont, en allant de l'intérieur de la chaîne (frontière italienne) vers l'extérieur :

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| CHAINES ALPINES
proprement dites | { | 1. Zone du Mont-Rose (4 ^e Zone alpine de Lory). |
| | | 2. Zone du Briançonnais (3 ^e et 2 ^e Zones alpines de Lory). |
| | | 3. Zone du Mont-Blanc (1 ^{re} Zone alpine de Lory). |
| CHAINES
extérieures | { | 4. Zone des chaînes subalpines, se décomposant vers le nord en :
Zone du Chablais ; Zone de la Mollasse ; Jura. |

(1) Dont la présence a probablement causé les curieux refoulements étudiés par M. Bertrand aux environs de Besançon, dont nous venons, du reste, avec notre confrère M. Haug, de constater la continuation vers le N.E. à Moulthier (Doubs). — *Note ajoutée pendant l'impression.*

Voici, d'abord, en gros, et sans teuir compte des accidents secondaires, la disposition schématique des couches dans les zones alpines que l'on traverse en remontant la vallée de l'Arc entre Epierre et sa source :

a. — (1^{re} zone). *Anticlinaux* cristallins. (— s'atténuant et disparaissant au sud du Pelvoux, réapparaissant dans les Alpes Maritimes (Mercantour). Entre ces deux massifs, la région de l'Embrunais et de Barcelonnette montre une structure très compliquée sous le manteau de Flysch qui la recouvre).

- | | | |
|---------------------------|---|--|
| b. — Zone du BRIANÇONNAIS | } | <p>2. <i>Synclinal Nummulitique</i> — de chaque côté apparaissent des assises plus anciennes avec petits plis anticlinaux secondaires. [Saint-Jean, Moutiers (Savoie), Montricher, le Lautaret, Vallouise, Saint-Paul, Lauzanier (Basses-Alpes)].</p> <p>3. <i>Anticlinal</i> en éventail (3^e zone) du Houiller, flanqué de Mésozoïque de chaque côté. Il continue vers le sud, mais isoclinal et sans laisser voir le Houiller (Haute Ubaye).</p> <p>4. <i>Synclinal</i> des environs de Modane, Névache, Briançon, Queyras, Haute-Ubaye à calcaires triasiques dominants.</p> |
|---------------------------|---|--|

c. — *Anticlinal* du Montcenis, Queyras, Col du Longet, Schistes lustrés et cristallins (4^e zone de Lory, zone du Mont-Rose).

Quelques mots sur chacune de ces zones, sur chacun de ces « fuseaux de plis » :

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la zone du Mont-Blanc, mais il est opportun d'insister ici sur l'intérêt que présente la partie du bassin de la Durance située entre les massifs du Pelvoux et des Alpes-Maritimes (1). La première zone, quoique n'existant plus ici en tant que zone cristalline, semble accusée par la présence de dislocations et de refoulements formidables, qui font certainement des environs de Méolans et du Morgon une des régions les plus disloquées et les plus intéressantes des Alpes françaises. Les chaînes extérieures des environs de Digne et la zone du Briançonnais, que traversent la Haute-Ubaye et le Guil, sont ici séparées par une zone également formée de dépôts mésozoïques et nummulitiques, mais très tourmentée. Les refoulements paraissent avoir atteint leur maximum d'intensité dans la vallée de Barcelonnette, où les séries renversées du versant nord des Siolanes et celles du Chapeau-de-Gendarme témoignent d'actions dynamiques particulièrement énergiques. Les assises secondaires seules, puis plus tard les assises secondaires et leur recouvrement nummulitique, semblent avoir été

(1) Le petit bombement de schistes à sérécite de Remollon (Hautes-Alpes), décrit par M. Haug (Thèse, p. 14), peut être considéré, ainsi que l'a fait cet auteur, comme appartenant à la première zone alpine et reliant le Pelvoux aux Alpes-Maritimes.

refoulées et plissées entre les trois masses cristallines du Pelvoux, du Mercantour et de Coni et forment une suite de plis contournés dont l'étude a été ébauchée par M. Goret et que nous avons commencé à suivre de près. D'un seul côté seulement, vers l'ouest, aucun môle cristallin n'opposait de résistance à la propagation de l'effort orogénique; c'est de ce côté que se sont déversées en vastes plis isoclinaux les assises sédimentaires, ainsi que le montre la disposition du Nummulitique aux environs du Laverçq et de Seyne (1).

Examinons maintenant la zone du Briançonnais.

Entre Moutiers et Saint-Jean-de-Maurienne, c'est-à-dire entre les vallées de l'Isère et de l'Arc, se trouve un massif montagneux d'une altitude moyenne de 2500 mètres (le Grand-Coin 2593 mètres, les Aiguilles de la Grande-Moënda 2405 mètres, Pointe de Varbuche 2708 mètres), qui contribue à former la ligne de partage des eaux entre la Maurienne et la Tarentaise. Deux cols, celui de Varbuche (2401 mètres) et le col du Bonnet-du-Prêtre (de la Platière ou Pas-de-Roche de la carte d'Etat-Major) permettent de traverser ces montagnes et aussi d'en étudier plus facilement la constitution géologique. La coupe (fig. 9) que nous avons relevée en fait voir clairement la structure. Dans la vallée de l'Arc, le profil de la montagne des Têtes (Roc de Beaumont) avec ses hardis plis isoclinaux, couchés vers l'ouest, montre trois anticlinaux triasiques et complète heureusement notre coupe en montrant la nature uniquement tangentielle de l'effort orogénique.

Les couches nummulitiques, sont disposées en synclinal de Moutiers jusqu'au col de Larche (ce synclinal est isoclinal de Moutiers à Vallouise, puis normal plus au sud (Col de Vars, Saint-Paul). On les suit facilement de Moutiers à Vallouise par Varbuche, Vilarclément, Montricher, la Grande Chible, les Aiguilles d'Arve, le Galibier, le Lautaret et le col de la Pisse.

(1) Il est facile, à l'aide de la Carte géologique au 200 millième, qui est jointe au mémoire de M. Haug, de se rendre compte de ce déversement vers l'ouest des plis de la première zone alpine; par exemple, entre Espinasse Tanaron, As oin, Bayons, où un vaste ensemble de couches (pli-faille inverse couché) a été refoulé *en masse* sur les chaînes subalpines, de façon qu'en de nombreux points, le Trias vient reposer sur le Jurassique et même sur le Tertiaire (environs de Saint-Geniez) déjà disloqués une première fois. Plus au sud, ces accidents semblent se continuer par le Cousson et Chabrières, vers Castellane. Il y a donc eu dans cette région, à la fin de l'époque tertiaire, une puissante manifestation orogénique, qui est venue masquer en partie les plissements préexistants en en occasionnant le recouvrement. Notre confrère a décrit avec une grande netteté le contour occidental de ce colossal lambeau de refoulement, quoique sa manière d'envisager ces dislocations ne soit pas tout à fait d'accord avec l'explication que nous venons de donner. Les coupes que contient la remarquable thèse de M. Haug mettent cependant bien en lumière le refoulement d'ensemble venant de l'est.

La zone nummulitique gagne alors l'Ubaye, par Saint-Clément et le col de Vars; Saint-Paul occupe à peu près le fond d'un synclinal de Flysch. La largeur de la bande tertiaire est donnée dans cette région, par la distance qui sépare Jausiers du Castellet. Elle se continue alors et gagne le col de Larche et le Lauzanier.

Revenons en Maurienne :

La vallée de l'Arc (1), entre La Chambre et Modane, nous montre deux séries de plis isoclinaux disposés symétriquement par rapport à l'anticlinal houiller de la troisième zone; de La Chambre à Saint-Michel, les isoclinaux couchés vers l'ouest, pendent vers l'est; nous venons de les décrire; puis vient, à l'est de la Montagne-des-Têtes, le bombement houiller et, à Modane, des isoclinaux pendent vers l'ouest (Vallée étroite, etc.). Le terrain houiller forme l'axe d'un vaste anticlinal (2) d'abord en éventail (Maurienne), puis s'atténuant vers le sud et disparaissant à la latitude de Briançon pour n'être plus indiqué dans la haute vallée de l'Ubaye que par une voûte de quartzites triasiques (La Barge).

On arrive vite à la conclusion que les massifs triasiques des Rochilles et du Thabor représentent une suite de synclinaux accidentant l'anticlinal houiller de la 3^e zone alpine et permettant de se rendre compte de la nature essentiellement tangentielle des mouvements (plis) qui ont donné naissance aux zones alpines. La structure du massif du Mont-Thabor, — à laquelle prennent part : 1^o les grès houillers (col de la Vallée-Étroite); 2^o les phyllites verts, feldspathiques du Permien (Vallée-Étroite); 3^o les quartzites triasiques; une mince assise de gypses et de cargneules; 5^o les calcaires dolomitiques fossilifères du sommet, rapportés au Crétacé par MM. Portis, Piolti et Virgilio sur la foi d'empreintes de *Cylindrites* et que malgré l'absence de tout fossile déterminable nous attribuons au Trias (v. plus haut, p. 616) — en particulier, permet d'étudier l'allure de cette zone. Au fond de la vallée de Névache, en amont du torrent de Brune, l'anticlinal formé par les grès houillers est très visible.

Dans les Hautes-Alpes, à l'Argentière, le terrain houiller apparaît encore et l'on y reconnaît également les restes d'un bombement anticlinal séparé des calcaires triasiques par des failles, ainsi qu'il résulte de profils relevés par M. Küss, ingénieur des Mines, puis par nous-même.

(1) Voyez Lory, course à Saint-Jean-de-Maurienne, *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XXIII, pl. XV.

(2) Favre, *loc. cit.*

Plus au sud, dans la vallée du Guil, entre Guillestre et Château-Queyras, le Houiller n'apparaît plus dans cette troisième zone : les porphyrites de Guillestre se montrant sous les quartzites forment la roche la plus ancienne qui affleure entre Guillestre et Château-Queyras ; en effet, à l'entrée des Gorges du Guil, entre Guillestre et la Maison-du-Roy, on observe nettement sous la masse calcaire, une voûte régulière de quartzites triasiques, dont le centre est occupé par une masse de porphyrites brun-violacé. Le Cristillan traverse également la troisième zone entre Ceillac et la Maison-du-Roy ; là aussi les anticlinaux ne font apparaître que les quartzites (L'Adroit de l'Aval, cote 2643, etc.) ; les synclinaux sont jalonnés, dans le bas Queyras, par les affleurements de calcaires du Jurassique supérieur (Pic de Guillestre, carrière en aval de Veyer, etc., etc.).

Enfin, dans la partie tout à fait méridionale de notre champ d'études, dans la vallée de la Haute-Ubaye, sur la feuille Larche de la Carte de l'Etat-Major, les divers affleurements forment une série de bandes parallèles dirigées S.E.-N.O. et traversant en biais la partie française de la feuille. Ces bandes doivent leur existence à une suite de plis qui ont la même direction : à partir de Saint-Paul, vers le N.E., la vallée de l'Ubaye traverse une longue série de *plis isoclinaux couchés vers le N.E.* (pendage par conséquent S.O.), souvent étirés et rompus, tandis qu'au S.O. du synclinal nummulitique de Saint-Paul, les plis sont au contraire couchés *en sens inverse* des précédents. De petits synclinaux offrent, dans les environs du col La Noire, entre les bergeries et le lac du Paroird, au milieu des Schistes lustrés, des affleurements restreints de quartzites, avec un noyau de calcaire dolomitique réduit fréquemment à une véritable brèche (fig. 1-3). Plus en aval, les Schistes lustrés apparaissent en étroits anticlinaux, au milieu des calcaires, entre Maljasset et la Barge, ainsi qu'au Vallon-Clos (1).

La position des plis indiquée plus haut dans la vallée de l'Arc, se retrouve donc dans la vallée de l'Ubaye, symétriquement à l'axe du synclinal nummulitique de Saint-Paul.

c) ESQUISSE D'UNE HISTOIRE OROGÉNIQUE DES ALPES FRANÇAISES.

Après avoir indiqué les nouvelles données que nous ont fournies

(1) Notre confrère, M. F. Arnaud de Barcelonnette, a bien voulu nous accompagner dans cette région et nous a procuré plus d'un précieux renseignement : nous le prions de recevoir nos remerciements les plus sincères pour son aimable concours.

nos récentes explorations, il peut être utile de résumer l'état de nos connaissances sur la formation successive et progressive des éléments de la zone de plissements qui constitue les Alpes occidentales. Nous attirerons tout spécialement l'attention sur les phénomènes qui se sont produits dans cette région pendant la période secondaire et au début de la période tertiaire.

En résumé, on peut dire que l'histoire de nos Alpes françaises, bien qu'encore incomplète, comprend les phases suivantes :

1° *Mouvements paléozoïques*, accentués seulement dans la première zone alpine (Belledonne); ailleurs, simple exhaussement préparant le continent qui fournit plus tard les matériaux du terrain houiller.— Les documents nous manquent pour émettre aucune hypothèse sur l'état du champ actuel de nos études pendant la période paléozoïque. L'absence de tout dépôt fossilifère de cette époque semble démontrer qu'il y avait là, pendant la dernière partie, au moins, des terrains primaires (1), une terre émergée, notion que vient encore confirmer l'existence, dans la Tarentaise, l'Isère et dans le Briançonnais, de formations carbonifères d'origine continentale.

M. Diener semble (*loc. cit.*, p. 208) peu disposé à admettre des plissements antéhouillers; les discordances observées peuvent toutes, d'après lui, être expliquées par la simple transgression du terrain houiller. Nous ferons observer que la nature continentale des dépôts anthraxifères implique en quelque sorte des mouvements du sol ayant exondé la région alpine. Ce fait pourrait, il est vrai, s'expliquer par un retrait des eaux, si notre hypothèse ne venait à être confirmée par les observations de Lory, qui a lui-même maintes fois fait ressortir la discordance du terrain houiller sur les couches plus anciennes, discordance généralement peu accentuée (2), mais qui n'est pas moins un fait acquis à la science (3). M. Michel Lévy vient du reste encore d'en rappeler l'évidence dans les environs du Mont-Blanc. Comment du reste expliquer

(1) Une partie de ces sédiments, transformés par le dynamométamorphisme, peut être représentée dans les massifs centraux par des schistes considérés jusqu'à présent comme faisant partie du terrain primitif.

(2) Comme il s'agit ici de discordances très anciennes et que la région a été depuis le théâtre de dislocations nombreuses et intenses, la netteté de ces discordances a dû être en maints endroits singulièrement altérée par les mouvements subséquents. Cela explique les difficultés qu'a éprouvées Lory à en retrouver les traces.

(3) La discordance entre le terrain houiller et les terrains cristallophylliens est *la seule observable* dans le massif de Pormenaz (Haute-Savoie). (Communication inédite de M. Michel Lévy).

l'immense accumulation de produits détritiques (1) que présentent les dépôts houillers des Alpes, si aucun relief préexistant ne donnait prise aux effets de l'érosion torrentielle ?

S'il n'y a pas de raison probante pour proclamer l'existence d'une période intense de dislocations précambriennes, nous croyons que les éléments dont nous disposons donnent d'ores et déjà le droit de supposer que des plissements paléozoïques (peu énergiques peut-être) ont affecté, avant l'époque houillère, une bonne partie de la région alpine et notamment la première zone. La direction et le sens de ces anciens plissements méritent d'être précisés par les études de détail qui déjà ont été entreprises dans la première zone du Mont-Blanc.

Nous arrivons maintenant aux trois phases de plissements (permienne, crétacée, tertiaire), admises par M. Diener et qui ne représentent, comme nous essayons de le montrer, que des étapes dans une longue suite de phénomènes du même genre.

2^o *Mouvements posthouillers et permien*s, attestés, surtout dans la première zone, par la discordance du Trias [Peychagnard près la Mure, par exemple, et environs de St-Gervais (Haute-Savoie)] ou du Lias sur le Houiller. Il est superflu d'insister encore sur la nécessité d'admettre une phase de plissement datant du Houiller supérieur ou du Permien inférieur pour la zone du Mont-Blanc, comme l'a du reste, reconnu M. Diener, qui en a donné une démonstration fort complète (2). Ces dislocations si nettes dans la première zone ne semblent pas s'être fait sentir dans la zone du Mont-Rose ou dans celle du Briançonnais, où une parfaite concordance relie toutes les assises. Remarquons toutefois que les mouvements houillers et permien ont laissé des traces nombreuses dans les Alpes orientales (3).

3^o *Mouvements de la période secondaire.*

De la nature lagunaire du Trias des environs de Digne, il est permis de conclure que la mer était peu profonde dans cette partie de la Haute-Provence au début des temps secondaires. C'est à ce moment que les eaux vinrent recouvrir en transgression une partie des zones alpines déjà plissées ; et l'on peut attribuer à cette submersion d'une région déjà disloquée le caractère littoral, clastique et grossier des premiers sédiments triasiques (4).

(1) Il est du reste bien connu qu'une grande partie des éléments de ces formations houillères sont empruntés aux massifs cristallins des Alpes.

(2) *Loc. cit.* p. 190 et suiv. V. aussi Haug, Thèse, p. 189.

(3) F. Frech, *Über Bau und Entstehung der Carnischen Alpen. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges.*, 1887, p. 760.

(4) M. Haug considère comme probable l'émergence du massif du Pelvoux à l'époque triasique (*loc. cit.*, p. 189); nous formulons à ce sujet de sérieuses réserves.

Pendant la période liasique, la mer devint de plus en plus profonde, les sédiments de plus en plus vaseux et la faune moins côtière; il est probable que les eaux communiquaient à cette époque et surtout pendant le dépôt de l'Oxfordien à partir duquel s'accroît, dans notre région, le faciès alpin, avec le versant oriental des Alpes, quoique les brèches à débris de dolomies du Trias si fréquentes (Brèche du Télégraphe; v. plus haut) dans le Lias des chaînes intérieures, constituent une forte présomption en faveur de reliefs peu étendus, battus par les flots et devant leur existence soit à des mouvements orogéniques, soit à un simple abaissement du niveau des mers. Cette dernière hypothèse nous paraît peu admissible, le Lias s'étant étendu ailleurs en transgressivité sur des régions que n'avait probablement pas recouvertes le Trias. Nous rappelons que nous avons été amené à admettre l'existence probable d'îlots émergés, mais restreints à la fin de la période jurassique (superposition discordante du Crétacé supérieur au Jurassique supérieur (*vide* Lory) dans la partie E. du Dévoluy (1), existence au voisinage des Hautes-Alpes cottiennes et maritimes du faciès amygdalaire (Guillestre) et coralligène (Barcelonnette, Argentera) du Jurassique supérieur) et que nous avons cru devoir attirer l'attention sur cette phase orogénique d'ailleurs encore peu étudiée où les mouvements semblent avoir été faibles et s'être bornés à l'émergence d'îlots, et paraissent avoir été en relation avec les transgressions liasique, jurassique supérieur et cénomaniennes.

Ces massifs centraux sont-ils restés constamment émergés pendant la période secondaire? Les travaux de M. Lory et l'absence du faciès véritablement côtier dans une grande portion des dépôts jurassiques crétacés inférieurs alpins portent à croire qu'ils ont été recouverts par une partie au moins des dépôts mésozoïques. Toutefois, ils ont dû recommencer à se plisser à une époque assez

(1) La discordance citée par Lory, dans le massif du Dévoluy, entre le Jurassique supérieur et la Craie supérieure, est un fait également isolé et qu'il conviendrait de mettre en lumière en s'assurant que nous n'avons pas là affaire à un simple contact mécanique. — Ayant appris que, dans les derniers temps de sa vie, Lory avait exprimé quelques doutes au sujet de cette discordance citée encore récemment par plusieurs auteurs (Haug, *loc. cit.*, p. 150, etc.), nous nous sommes rendu récemment au col du Noyer, où ce savant avait indiqué la superposition anormale et discordante du Sénonien sur le Jurassique. Il nous a été possible de constater que, non seulement il n'existe pas de discordance en ce point, mais que la série entière des assises intermédiaires entre le Malm et le Crétacé supérieur y est développée. L'erreur de Lory est due à un effet de perspective. — *Les preuves de dislocations énergiques postjurassiques antésénoniennes dans la partie française des Alpes Occidentales font donc jusqu'à présent totalement défaut.* — (Note ajoutée pendant l'impression).

reculée et la transgression du Malm aux environs de Guillestre semble prouver qu'il y a eu là des mouvements du sol après le Trias et avant le Jurassique (1). M. Zaccagna a figuré sur sa carte des Alpes-Occidentales des lambeaux crétacés qui semblent directement appuyés sur le Trias aux environs de l'Argentière et de Vinadio. M. Portis (2) indique dans la même contrée des couches à Hippurites, reposant en discordance sur le Jurassique, et la série secondaire, continue dans les chaînes subalpines, est parfois incomplète dans les massifs intérieurs (« chaînes alpines, Lory ») comme près de Guillestre. Quoi qu'il en soit à cet égard, il est certain que les zones cristallines des Alpes Maritimes, du Viso, du Pelvoux sont de formation antérieure à celle des chaînes subalpines qui n'étaient alors pas même ébauchées.

Le Jurassique supérieur a-t-il existé à l'emplacement actuel de la première zone, dans le massif du Pelvoux par exemple ? Rien dans la nature des calcaires tithoniques des massifs de la Chartreuse et du Trièves, si voisins de cette zone, n'indique un faciès spécialement littoral, et nous sommes réduits à des conjectures jusqu'au jour où l'on découvrira peut-être des fragments remaniés du Malm dans quelque dépôt tertiaire ou quaternaire de l'Oisans (3). Il en est à peu près de même pour le Crétacé (4) : l'Urgonien du massif de la Chartreuse, par exemple, ne présente, lorsqu'on se rapproche de la 1^{re} zone, aucune modification de faciès, et s'il existait là un cordon littoral, il devrait se trouver à l'est de la limite actuelle des chaînes subalpines (5).

4^o *Mouvements* réduisant le domaine de la mer au golfe nummulitique, plus accentués vers le sud, où de nombreuses discordances les attestent (v. plus haut). Ils ont été suivis de près par la transgression nummulitique. Nous avons insisté déjà sur la nécessité de

(1) M. Haug (*l. cit.*, p. 111) admet aussi, pour des raisons théoriques, l'existence d'une lacune entre le Tithonique et le Lias, à l'est de Guillestre.

(2) *Portis*. — Sui terreni stratificati di Argentera (Valle della Stura de Cuneo).

(3) On a vu plus haut que nous venons de découvrir un affleurement tithonique dans le massif du Galibier, c'est-à-dire à peu de distance des montagnes de l'Oisans.

(4) Le lambeau crétacé du Chaberton, sur lequel M. Diener a de nouveau attiré l'attention, mériterait d'être étudié avec le plus grand soin et pourrait, si son existence se confirme, nous renseigner sur ce qui s'est passé dans les chaînes intérieures pendant la période crétacée.

(5) Dans un récent mémoire de M. de Margerie : *Note sur la structure des Corbières*. Paris 1890 (*Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, N^o 17 (t. II), p. 85), se trouve exprimée l'opinion suivante : « On pourrait peut-être conclure de là que la chaîne pyrénéo-provençale existait déjà pendant l'ère secondaire, en barrant, du côté du sud, la mer qui recouvrait la Provence, la vallée du Rhône, le Languedoc et les

supposer la production de mouvements orogéniques entre le Sénonien et le Nummulitique pour expliquer le changement si considérable qui se fit à ce moment dans l'extension du domaine maritime (1). Ces mouvements, plus prononcés dans les Basses-Alpes, où une discordance très accentuée (Roche-Close, près Seyne) (fig. 17) entre le Sénonien et le Nummulitique en met l'existence hors de doute, ont eu pour résultat de limiter étroitement le bassin nummulitique marin, en dehors duquel (chaînes subalpines) ne se déposèrent, avant l'Helvétien, que des sédiments lacustres ou saumâtres.

Ces dislocations ont été suivies d'une *érosion* très puissante, dont il est facile de se rendre compte lorsqu'on étudie le substratum du Nummulitique et que l'on reconstitue avec ces documents le relief postsénonien de la contrée. Les traces de cette importante phase orogénique sont surtout visibles en Savoie, dans l'Embrunais, le bassin de l'Ubaye et les environs de Clumanc (Basses-Alpes). Il est probable aussi qu'à ce moment le massif du Pelvoux subit de fortes poussées (transgression du Nummulitique sur les bords du massif). Ces dislocations antéaquitaniennes, mises récemment en relief avec beaucoup de talent par M. Haug (p. 135 et 182), ont été reconnues également par nous dans la partie nord-est du massif de Lure. Remarquons qu'à la même époque se produisaient en Andalousie, dans la chaîne bétique, des phénomènes absolument comparables et très accentués (2).

Petites-Pyrénées ». Nous croyons devoir formuler quelques réserves. Une similitude frappante de faciès a été observée, notamment entre le Lias à « faciès espagnol » du Var et celui du Nord-Est de l'Espagne et aussi entre le Sénonien et le Danien des deux versants des Pyrénées, comme aussi entre le Tithonique de l'Andalousie et celui de la région delphino-provençale. Il en est de même pour le Néocomien, surtout depuis que M. R. Nicklès nous l'a fait connaître. Ces faits ne permettent pas d'accepter, sans preuves tout à fait décisives, la manière de voir de M. de Margerie, toute séduisante qu'elle nous paraisse. Il est probable que l'axe pyrénéo-provençal était indiqué comme celui des Alpes, par une suite d'îlots émergés et non par un relief continu. Ce n'est qu'à l'époque de la Craie supérieure que la nature lacustre du Danien provençal peut autoriser à admettre l'existence d'une *barrière émergée* rattachant les Maures à l'axe pyrénéen.

(1) (Kilian, Mont.-de-Lure, p. 408). M. Haug vient de rendre plus évidente encore, par de nouvelles observations, la nécessité d'admettre que la formation d'un bassin nummulitique alpin, séparé de la zone lacustre subalpine, impliquait la production de mouvements et de dislocations à une époque comprise entre le Crétacé supérieur et le Nummulitique.

(2) Bertrand et Kilian. Mission d'Andalousie. Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga. (*Mémoires prés. par divers Savants à l'Acad. des Sciences de l'Institut de France*, t. XXX).

5° Nous avons montré qu'il était possible de distinguer parmi les *mouvements postnummulitiques* plusieurs phases orogéniques.

a) Formation de plis et de failles n'affectant pas la Mollasse et qui ont dû se produire avant le dépôt de la mollasse helvétique (N. des Basses-Alpes, environs de Saint-Geniez). Ces mouvements n'ont pas encore été mis en évidence dans d'autres parties de la chaîne (1). L'époque miocène (helvétique) fut probablement précédée ensuite dans la zone Digne-Gap, par une phase de dislocations qui affectent le Nummulitique et la mollasse oligocène (2), mais n'ont été recouvertes qu'après coup par le manteau mollassique (Saint-Geniez, à l'est de Sisteron), lui-même relevé plus tard. Cette phase antéhelvétique, dont les effets n'ont pas encore été signalés au nord de Veynes, est encore fort peu étudiée. Elle correspond à l'époque *langhienne* qui a été, comme on sait, marquée par l'amplitude du mouvement de retrait des eaux dans nos régions.

Au surplus, le faciès littoral de la Mollasse dans les régions subalpines aux environs de Grenoble, par exemple, et les quantités de cailloux alpins et nummulitiques qu'elle renferme, impliquent l'existence d'un fort relief alpin (3), au début de l'époque helvétique.

La mer est rejetée sur la bordure externe des Alpes (transgression helvétique).

Après ces dislocations, qui ont été plus accentuées encore dans d'autres chaînes du système alpin, dans la chaîne bétique et les Pyrénées par exemple, survint la mer de la Mollasse, qui s'étendit dans la montagne de Lure jusqu'au pied de l'Anticlinal du Nord, où des lambeaux nous en ont été conservés (Montbrun, Montfroc, Châteauneuf-Miravail) et en couvrit l'extrémité orientale (Abros). A une première phase où se déposèrent des mollasses riches en fossiles marins, succéda une période de retrait, des conglomérats côtiers s'accumulèrent sur la bordure du massif alpin, transformé en littoral; des bancs d'huîtres (*Ostrea crassissima*) s'établirent

(1) La Mollasse marine et le Nummulitique, ayant des aires de distribution fort différentes, ne se rencontrent en superposition qu'en Dévoluy. L'étude de ce massif entreprise depuis peu par M. P. Lory nous fournira sans doute d'intéressants détails sur les relations de ces deux systèmes.

(2) Ces dislocations sont décelées par l'irrégularité des contours qui délimitent la Mollasse rouge oligocène aux environs de Saint-Geniez, par son absence fréquente et par sa répartition. Elle semble avoir été ployée et érodée avant le dépôt de la Mollasse helvétique, qui en recouvre en transgression les lambeaux.

(3) On doit aussi à M. Schmidt (*loc. cit.* p. 41) d'avoir montré les rapports du plissement postnummulitique (préhelvétique) des Alpes avec la phase orogénique principale des Pyrénées. Ces dislocations antéhelvétiques (postaquitaniennes) semblent également probables à M. Haug (*l. cit.*, p. 188).

dans les moments d'accalmie. Pendant le Miocène supérieur, la mer se retira tout à fait ; les eaux se dessalèrent ; des bancs lacustres (*Planorbis Mantelli*) se formèrent au sein des dépôts caillouteux et limoneux qu'entassaient les courants débouchant des Alpes dans un grand lac qui s'étendait très loin du côté de Valensole, de Mirabeau, jusqu'à St-Julien (Var) et avait son pendant plus au nord, dans la région qui est actuellement le Bas-Dauphiné.

Alors seulement, après que tous ces débris se furent déposés en assises puissantes, eut lieu le dernier plissement, celui qui forma l'imposante arête de Lure et releva, avec la Mollasse, les conglomérats tortoniens de Vaumuse et de la Forest, ainsi que ceux du Mont-Lubéron. C'est à ce moment aussi que se plissa la zone subalpine du Dauphiné ; ce sont les :

b) Grands mouvements alpins posthelvétiques et posttortoniens (Vercors, Lubéron, etc.), ayant eu pour effet de plisser et de redresser la Mollasse. Cette phase est celle des dislocations les plus énergiques ; c'est celle de la formation des chaînes subalpines : la mer est réduite au fjord pliocène de la vallée du Rhône.

Les derniers mouvements miocènes se sont-ils également fait sentir dans toutes les zones alpines ? L'absence de toute espèce de dépôt plus récent que le Nummulitique dans les Chaînes alpines, ne permet que de former des hypothèses à cet égard. Il est probable toutefois qu'ils ont été intenses dans la partie externe de la première zone ; un regard jeté sur les levés détaillés de la feuille de Digne de la Carte géologique de France (encore inédite) exécutés par M. Haug et par nous, permet de distinguer les plissements préhelvétiques des dislocations postérieures et l'on voit parfaitement comment les masses de recouvrement, venues de l'est, se sont superposées après la formation de la Mollasse aux dislocations précédentes (Saint-Geniez, Tanaron).

7° *Mouvements pliocènes* très faibles ; discordance dans la Drôme, entre le Pliocène inférieur redressé et les marnes d'Hauterives (Pliocène moyen). L'élément marin disparaît entièrement.

Pendant la période tertiaire, les manifestations du plissement alpin semblent donc avoir progressé de l'intérieur de la chaîne vers l'extérieur.

8° Enfin, probablement au début de l'*Epoque quaternaire*, un autre ordre de phénomènes intervient dans l'histoire des Alpes.

La chaîne avait acquis désormais son relief définitif ; pendant la période quaternaire, les cluses s'ouvrirent en utilisant les cassures transversales ; les combes se dessinèrent, les vallées se formèrent.

et les cours d'eau édifièrent terrasse sous terrasse. C'est pendant cette nouvelle phase qu'à l'époque glaciaire, se creusaient des ravins sans nombre dont les matériaux furent entraînés au loin par les courants diluviens, laissant à nu le vaste relief sillonné que nous connaissons ; les sommets s'arrondirent, les crêtes s'émousèrent, les vallées commencèrent à se remplir. Après la longue période d'édification, commença l'œuvre de destruction à laquelle nous assistons encore.

Ce rapide exposé montre combien est compliquée l'étude des Alpes. Les admirables travaux de Lory y ont puissamment contribué, mais l'état encore très imparfait des connaissances que nous avons sur certains massifs comme le Dévoluy, l'Embrunais, le Briançonnais, ne permet pas encore de répondre aux nombreuses questions qui se posent à chaque pas.

Remarquons cependant que, dès à présent, il convient de distinguer, dans cet ensemble de phénomènes, deux catégories distinctes : les uns se rattachent à un système de dislocations dont les manifestations les plus énergiques ont eu lieu, surtout dans la chaîne hercynienne, à la fin de la période paléozoïque ; les autres paraissent propres au système alpin et atteignent leur maximum à l'époque tertiaire.

L'effet des mouvements alpins sur les masses hercyniennes, elles-mêmes déjà plissées, a été indiqué du reste par M. Julien, puis plus complètement mis en lumière par M. Michel Lévy (1). Elles ont été faillées à leur tour lors des mouvements subalpins ; on y remarque des synclinaux et des anticlinaux à vaste amplitude, de date récente, bien distincts des plis anciens et c'est entre la zone centrale des Alpes avec ses puissantes et larges voûtes (Simplon, Mont-Cenis) et ces masses hercyniennes remaniées que se trouve la zone des plis aigus, des isoclinaux, des contournements et dislocations énergiques qui caractérisent les Préalpes.

D'autre part, les mouvements hercyniens ont eu une influence non moins grande sur la structure et le développement de la chaîne alpine. L'analogie que présente l'histoire de la première zone alpine avec celle des massifs hercyniens et en particulier avec celle du Plateau central, ne semble pas évidente à M. Diener. Nous avons plus haut qualifié les massifs cristallins de notre première zone alpine de « fragments remaniés de l'ancienne chaîne hercy-

(1) Etudes sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont-Blanc. *Bull. des serv. Carte géol. de Fr.*, etc., n° 9. Février 1890.

nienne ». Or, M. Diener semble (p. 205) peu disposé à adopter cette manière de voir; il tâche de montrer que nos anciens massifs de la zone du Mont-Blanc n'ont point de rapports avec la chaîne hercynienne (chaîne variscique et armoricaine ou variscique avec ses subdivisions arvernique ou bojenne) (1). Cette question mérite d'attirer notre attention.

Remarquons dès l'abord que l'amplitude moins grande des mouvements antéhouillers dans la zone du Mont-Blanc ne détruit pas plus la corrélation qui existe entre elle et les parties du Plateau central disloquées à la même époque, que la nature moins accentuée des dislocations tertiaires dans le Plateau central, n'empêche de rattacher ces dernières aux grands mouvements alpins.

1° Il y a eu dans la zone du Mont-Blanc des mouvements antérieurs au Carbonifère; ils ont dû être, il est vrai, moins énergiques que ceux du Forez que M. Termier fait remonter au Dévonien, mais il est indiscutable qu'ici, comme à l'ouest du Rhône, on constate les restes de massifs plissés dont les dislocations *sont antérieures aux dépôts de l'époque houillère*;

2° Nous voyons M. Diener s'étendre avec complaisance sur les faits qui démontrent l'existence, dans la plus grande partie des Alpes, d'une phase de plissements permien. Or, les mouvements orogéniques de l'époque permienne dans le Plateau central ont été, nous semble-t-il, suffisamment mis en évidence tout récemment par MM. Delafond, Termier et De Launay (2), et il faut admettre comme un des résultats les plus intéressants de ces études récentes d'avoir reconnu la trace de phénomènes orogéniques ayant eu lieu pendant les époques houillère et permienne, ainsi que surtout à la fin de cette dernière.

Quoique les principaux mouvements orogéniques du Plateau central aient eu lieu au milieu de l'époque carbonifère, ils se sont

(1) Frech. — Das französische Centralplateau. Berlin 1879. Quel que soit le résultat de la discussion entamée par M. Frech au sujet de la dénomination à attribuer à l'ensemble de la zone de plissements qui s'est produite dans l'Europe centrale pendant la seconde moitié de la période paléozoïque, où à ses diverses parties, nous employons, pour la désigner *provisoirement*, le terme assez impropre de chaîne *hercynienne*.

(2) Delafond. — Bassin de Blanzay et du Creusot (*Bull. serv. Carte Géol. de Fr.*, etc. N° 12, Mai 1890, p. 24).

Le Verrier. — Note sur les formations géol. du Forez et du Roannais (*Ibid.* n° 15, Août 1890, p. 24).

P. Termier. — Etude sur le Massif cristallin du Mont-Pilat (*Ibid.* n° 6, Août, 1889), p. 52, etc.

De Launay. — La dislocation du terrain primitif dans le Nord du Plateau central. *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVI, n° 11, p. 1045, 1890.

donc continués jusqu'à la fin du Permien et l'on peut parfaitement rattacher à ces dislocations celles qui ont atteint le Dauphiné (1), une zone externe dans laquelle les mouvements posthouillers (permien) seuls auraient eu quelque intensité (2). C'est au même titre qu'on relie du reste les chaînes subalpines d'âge postmiocène aux zones alpines surtout antéhelvétiques.

3° L'influence hercynienne se fait encore sentir dans nos Alpes pendant la période triasique, en occasionnant l'existence d'une bande d'eaux peu profondes et lagunaires, à l'est de laquelle seulement se rencontrent les puissants calcaires marins à cette époque.

4° Quant aux phénomènes de l'époque tertiaire, nous voyons M. Diener (p. 221), montrer lui-même l'analogie frappante des efforts orogéniques qui se sont manifestés pendant la seconde moitié de la période tertiaire dans la zone du Mont-Blanc et dans le Plateau central ; le jeu des failles et la direction de ces accidents parallèles dans les deux régions à la vallée du Rhône, etc. Il rappelle aussi la contemporanéité de certaines failles hercyniennes et du plissement miocène alpin. On sait du reste que les dislocations qui donnèrent lieu à la formation de la Limagne par exemple, sont postérieures à l'époque aquitanaise et contemporaines par conséquent des dislocations de nos chaînes subalpines. Enfin M. Michel Lévy nous a montré avec une grande clarté la façon dont les ridements de la fin de l'époque tertiaire se sont propagés jusque dans les montagnes du Lyonnais et du Charollais en une série d'ondulations de vaste amplitude émanant des Alpes (3).

5° Chacun connaît l'ancienneté du Plateau central et du môle

(1) M. Haug (*loc. cit.*, p. 165) admet également la préexistence de plis varisiques à l'est du Rhône et de la Saône, sur l'emplacement actuel du Jura. — En outre, dès l'époque mésozoïque, l'emplacement actuel des chaînes subalpines devait présenter des ondulations parallèles à la direction générale des Alpes (Haug, *loc. cit.*, p. 189).

(2) M. Delafond (*loc. cit.*, p. 24) mentionne, dans les régions de Blanzay et du Creuzot, une discordance entre le Permien et le Houiller ; le même fait est observable dans les Vosges. Or, aux environs d'Alleverd et dans le voisinage du Mont-Blanc, les rapports du Permien et du Trias nous ont semblé très intimes et il est probable que des recherches ultérieures montreront localement aussi des discordances avec le substratum houiller.

(3) Tout récemment encore ces relations ont été remarquablement exposées par M. Michel Lévy dans le Compte-Rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Clermont-Ferrand et au Mont-Dore ; l'auteur a notamment (*B. S. G. F.*, 3^e sér. t. XVIII, fig. 1) fait comprendre par un schéma la superposition, dans le Plateau Central, des deux séries d'accidents (hercyniens et alpins).

cristallin des Cévennes et les blocs de micaschistes englobés dans les couches jurassiques des environs de la Voulte (1) indiquent qu'à l'époque secondaire déjà ils formaient le littoral de la mer Méditerranéo-alpine. La zone plissée qui comprend l'ensemble des chaînes extérieures de nos Alpes s'est formée graduellement autour des massifs cristallins, les plissements les plus anciens se sont produits le plus près de ces noyaux et les accidents les plus récents (postmiocènes) les plus extérieurs, ont été arrêtés au nord-ouest par les môles anciens des Cévennes et du Plateau-Central, témoins consolidés d'une chaîne plus ancienne (Virgation armoricano-variscique de M. Suess, chaîne hercynienne de M. Bertrand) dont la zone la plus externe avait été déjà remaniée en partie pour former les importants massifs de notre première zone alpine alors que ses zones internes, servant de massifs de résistance et d'obstacles à la propagation des rides subalpines, n'ont subi que dans une plus faible mesure l'action du plissement alpin. Or M. Diener ne voit pas que les plis subalpins aient été déviés (2) sous l'influence du Plateau-Central. Nous nous permettons de renvoyer notre savant confrère au schéma que nous avons donné de la disposition des chaînes extérieures de nos Alpes françaises et qui met en lumière la façon dont, par exemple, les chaînons secondaires qui traversent le Rhône près de Montélimar, se sont incurvés vers le sud-ouest, au moment où ils ont rencontré le bord cristallin des Cévennes. M. Diener admet d'ailleurs parfaitement le rôle analogue joué par la Serre vis-à-vis des plis jurassiens.

Que l'on considère ou non les massifs de la première zone alpine comme des fragments remaniés de l'ancienne chaîne hercynienne, il semble que de l'ensemble des résultats énumérés ci-dessus, se dégage d'une façon frappante, outre le principe de la *continuité de l'effort orogénique dans le temps*, une autre conséquence non moins importante, la *continuité de leur progression dans l'espace*. Nous voyons les plissements, qui atteignent à l'époque carbonifère leur maximum d'intensité dans le Plateau-Central, se propager vers l'est, et, à la fin du Permien, s'étendre jusqu'à l'emplacement actuel d'une partie des Alpes. Après les quelques dislocations de la période secondaire, cette zone de plissement intense s'est transportée à l'est, c'est la chaîne alpine vis-à-vis de laquelle le bord oriental du Plateau-Central, jouant le rôle de massif de résistance (*Vorland*) — comme à l'époque carbonifère et permienne, les massifs du centre plissés antérieurement par rapport au Forez et au Lyonnais — n'est

(1) Communication inédite de M. Munier-Chalmas.

(2) *Loc. cit.* p. 206. « Est ist jedoch innerhalb der Westalpen kein Einfluss jener variscischen Trümmer auf den Verlauf der Gebirgsfalten bemerkbar. »

plus atteint que par des dislocations atténuées (plus grande amplitude et failles).

Il semble ainsi que l'Europe se laisse diviser en une série de zones dont chacune a été tour à tour zone de plissement et massif de résistance. La progression des phénomènes orogéniques a été continue et les aires de propagation de chacune des principales phases de dislocations ont, tout en se déplaçant, pour ainsi dire *empiété* les unes sur les autres.

*
* *

Nous venons de voir que l'histoire de nos Alpes se rattache à beaucoup d'égards à celle du Plateau-Central. Ce qui précède, nous a aussi révélé plus d'un trait commun avec le reste de la chaîne alpine. Ainsi, disparaissent aussi avec les progrès de la géologie locale, les différences longtemps considérées comme classiques entre les Alpes orientales et leur continuation vers l'ouest.

Dans les Alpes françaises, comme dans celles de la Suisse, du Tyrol et de l'Autriche, les phénomènes de plissement semblent être les seuls agents qui aient pris part à la principale phase orogénique de l'histoire de la chaîne et les *zones d'affaissement* limitées par des failles très anciennes ayant réjoué jusque pendant les derniers mouvements tertiaires, qui semblaient constituer le caractère spécial de nos Alpes françaises se transforment peu à peu et à mesure que les observations de détail se multiplient en une suite de plis anticlinaux et synclinaux, à chacun desquels la nature des matériaux constitutifs et l'amplitude variable des mouvements, joints à l'influence d'un relief antérieur (hercynien) remanié, a donné son caractère particulier. — Les derniers plis alpins, il faut bien se le rappeler, ont été considérablement influencés dans leur forme et dans leur direction par le relief préexistant. Les dépôts clastiques du Permien se montrent exister chez nous, comme dans les Alpes orientales, le faciès même du Trias dans le Briançonnais rappelle celui du Tyrol comme aussi les calcaires blancs liasiques de la Maurienne peuvent être rapprochés des faciès spéciaux de l'Infralias et du Lias des environs de Lugano et des Alpes orientales. Enfin le Jurassique, loin d'être représenté seulement par le Lias dans l'intérieur de la chaîne, ainsi qu'il était admis il y a quelques années, se montre de plus en plus complet à mesure que les zones alpines sont mieux connues, et le plan orogénique de nos Alpes françaises semble rentrer de plus en plus, comme cas particulier dans le schéma général de la tectonique alpine (1).

(1) C'est également ce qui résulte de la magistrale étude de M. Diener, malgré la distinction profonde qu'il établit entre l'arc alpin oriental entourant le bassin de l'Adige, et l'arc occidental qui forme au bassin du haut Pô une ceinture semi-circulaire.

NOTICE SUR LES TRAVAUX DE M. PIERRE DE TCHIHATCHEF (1)

par M. DAUBRÉE

M. Pierre de Tchihatchef a donné, dans la grande activité de sa carrière, un bel exemple de dévouement à la Science. Il a renoncé à son pays, à sa famille et à une belle situation pour entreprendre de longs et pénibles voyages, dans l'intérêt des sciences physiques et naturelles.

Sa première expédition, qui remonte à l'année 1842, eut pour objectif l'Altaï, l'un des groupes montagneux les plus considérables et les moins connus de la Sibérie ; elle montra tout d'abord ce qu'on pouvait attendre du jeune explorateur.

Le mémoire qu'il présenta à l'Académie des Sciences, après son retour, fut l'objet d'un rapport fort étendu d'Elie de Beaumont qui, après y avoir signalé un grand nombre de faits nouveaux et d'aperçus ingénieux, le jugea digne d'être inséré dans le *Recueil des savants étrangers*. Les résultats complets parurent bientôt après, dans un volume in-4° avec deux atlas, publiés à Paris en 1845.

A peine cette publication était-elle terminée que M. Tchihatchef tourna ses regards vers d'autres contrées. Il visita d'abord l'Italie méridionale, particulièrement les Calabres, dont il étudia la structure orographique et la constitution géologique.

Mais c'était surtout vers l'Orient que l'infatigable observateur se sentait attiré. Après avoir été attaché à l'ambassade de Russie près la Sublime-Porte, il quitta les fonctions diplomatiques pour devenir voyageur scientifique. De 1848 à 1858 inclusivement, dans six voyages successifs, il traversa l'Asie-Mineure en tous les sens, depuis la mer de l'Archipel jusqu'au bord de l'Euphrate et au pays des Kurdes. Les 14.000 kilomètres qu'il y parcourut ont été franchis en grande partie à pied. Ses itinéraires successifs forment un réseau très serré, et la carte à l'échelle de $\frac{1}{1.000.000}$ qu'il en donna est plus exacte et plus complète qu'aucune de celles qui l'ont précédée.

L'ouvrage où sont exposés les résultats de ces persévérantes et pénibles investigations, intitulé : *Asie Mineure, description physique, statistique et archéologique de cette contrée*, exigea dix autres années de labeur. Dans les huit volumes dont il se compose sont

(1) Manuscrit envoyé au Secrétariat le 15 Novembre 1891 ; notice lue à la séance générale annuelle du 21 mai 1891.

exposés un grand nombre de faits nouveaux intéressant la Géographie physique, la Géologie, la Climatologie et la Botanique.

La physique terrestre attira toujours son attention. Pour donner un exemple de son zèle dans cette sorte d'étude, je citerai les observations climatologiques qu'il fit ou fit faire dans onze localités, embrassant le pays depuis Constantinople et Trébizonde jusqu'à Ouroumia et Moussoul.

Toutefois, c'est la géologie qui occupe la place principale dans cette grande publication, et particulièrement les roches éruptives, telles que les trachytes, les dolérites et autres roches volcaniques récentes qui, dans cette partie de l'Ancien Monde, occupent une très grande étendue, par rapport aux dépôts sédimentaires. Élie de Beaumont a pu dire, dès l'apparition des premiers volumes de l'ouvrage, qu'ils assurent à leur auteur le privilège tout nouveau d'avoir fait entrer dans le cadre des contrées géologiques connues un pays asiatique soumis aux lois du Coran.

Tandis que les explorations de ce genre se sont ordinairement produites, soit sous le patronage des gouvernements, soit avec les ressources combinées de corps savants ou de plusieurs hommes spéciaux, M. de Tchihatchef s'était chargé, seul et à ses propres frais, d'une tâche gigantesque. Dans cette lutte d'un homme isolé, au milieu d'un pays barbare et de populations fanatiques, qui s'est prolongée pendant onze années, l'intrépide voyageur a failli maintes fois payer de sa vie l'extrême hardiesse de son entreprise.

En publiant une traduction de l'ouvrage de l'éminent botaniste de Gœttingue, M. Grisebach, intitulé : *La végétation du globe*, M. de Tchihatchef y a ajouté un très grand nombre d'annotations diverses et l'a fait suivre de l'examen des conditions géologiques des îles océaniques, dans leur relation avec leur flore et leur faune.

Plus tard, après avoir parcouru une partie de l'Espagne, toute l'Algérie et la Tunisie, mais cette fois accompagné de la femme éminemment distinguée à laquelle, peu d'années auparavant, il avait eu le bonheur de s'unir, l'infatigable voyageur a résumé ses observations dans un ouvrage publié en 1880, où il rend hommage aux résultats obtenus dans la colonisation de ce pays. De même que dans plusieurs autres volumes publiés par l'auteur, on trouve des considérations intéressantes et de natures variées, qui montrent, dans un style élégant, l'étendue de son érudition géographique. Tel est aussi le cas pour les articles qu'il a donnés récemment sur les principaux déserts de l'Afrique et de l'Asie et la dépression Aralo-Caspienne.

M. de Tchihatchef réunissait les qualités nécessaires pour sur-

monter les fatigues et affronter les dangers inévitables dans des contrées sauvages ou peu civilisées. Sa taille haute et majestueuse, sa figure énergique, sa belle prestance étaient de nature à imposer une respectueuse circonspection à ceux qui auraient pu méditer des intentions agressives; son tempérament vigoureux, aidé d'une volonté de force peu commune, résistait aux fatigues et aux privations de toutes sortes. Enfin, doué d'une extrême facilité pour les langues, il connaissait celles des pays qu'il parcourait; ainsi, non seulement il parlait très bien la langue turque, mais il avait même assez appris les dialectes des diverses provinces de l'Asie-Mineure pour que dans chacune d'elles il passât pour un habitant du pays. Son noble caractère et l'aménité de ses relations resteront dans le souvenir de tous ceux qui l'ont connu.

M. de Tchihatchef a légué à notre Académie des sciences une somme de cent mille francs, destinée à récompenser des voyageurs qui marcheront sur ses traces. Les revenus de cette fondation seront, en effet, attribués à des explorations relatives au continent asiatique ou aux îles limitrophes; toutefois sont exceptées : les Indes britanniques, la Sibérie proprement dite, l'Asie Mineure et la Syrie, contrées déjà suffisamment connues. Les travaux devront être du domaine des sciences naturelles, physiques et mathématiques. Ces dispositions, écrites entièrement de la main du généreux testateur, à la date du 1^{er} mai 1877, sont un témoignage bien touchant de l'amour de Pierre de Tchihatchef pour la science, ainsi que de ses sentiments d'estime et d'affection pour l'Institut de France, où elles perpétueront son souvenir.

Ces sentiments s'étaient depuis longtemps manifestés pour la Société géologique de France, dont depuis 1843, le savant, dont nous déplorons la perte, était membre à vie.

Né à Gatchina, près Saint-Petersbourg, en 1808, et nommé correspondant de l'Académie des Sciences, dans la section de géographie, il y a plus de trente ans, M. de Tchihatchef est décédé à Florence à l'âge de 82 ans, le 13 octobre 1890.

SUR LA LIMITE TRACÉE PAR COQUAND
ENTRE LE SANTONIEN ET LE CAMPANIEN (1)

par M. H. ARNAUD.

Dans sa séance du 6 avril dernier, M. Toucas a présenté un tableau de concordance du Santonien et du Campanien dans la Provence, les Corbières et la Charente.

M. de Grossouvre y a répondu (Compte rendu sommaire du 4 mai).

Je ne serais pas intervenu dans un débat que je considère, en ce qui me concerne, comme épuisé, si la note de M. Toucas ne tendait à se recommander de l'autorité de Coquand qui, suivant notre confrère, aurait fait commencer son Campanien par la zone N¹ de mes Mémoires, c'est-à-dire par le Santonien moyen.

Ce n'est pas sans surprise, je l'avoue, que j'ai vu attribuer cette théorie à Coquand : je connais ses étages, non pour les avoir appris ou interprétés dans ses ouvrages, mais pour les avoir appliqués avec lui sur le terrain ; j'ai été le compagnon de ses courses, le témoin de ses observations dans la Charente : mon silence eût pu être considéré comme la reconnaissance du fait avancé ; je dois en rétablir l'exactitude.

Jamais Coquand n'a pensé que son Campanien dût commencer à la division N.

Dans les voyages qu'il faisait chaque année dans la Charente, son plus long séjour était toujours à Cognac, où il trouvait une affectueuse hospitalité. C'est de cette ville qu'il rayonnait ; mais ce sont ses environs qu'il connaissait le mieux et c'est là qu'il a pris les éléments de ses subdivisions du Sénonien de d'Orbigny, Coniacien, Santonien, Campanien.

Il a imposé au Santonien des limites précises dans sa *Description géologique du département de la Charente* et sur la carte géologique qu'il a dressée : c'est là qu'on peut lire le fond de sa pensée et la contrôler par l'application qu'il en a faite.

A la page 497 de la « Description » on lit :

ÉTAGE SANTONIEN

.
« Il est essentiellement caractérisé par la présence du *Micraster*

(1) Manuscrit déposé dans la Séance du 21 mai 1891.

» *brevis* et s'étend sur toute la plaine qu'on traverse depuis les
 » bords de la Charente jusqu'à la base des coteaux qui, à partir
 » de Gimeux, Genté, Salles, Segonzac, etc., dessinent un bourrelet
 » saillant, parallèle aux dernières rides de la craie inférieure et
 » connu sous le nom de Grande Champagne. »

Page 502, il donne un croquis confirmatif de cette indication et l'accompagne des explications suivantes :

« La rive gauche de la Charente nous montre l'étage Santonien
 » dans la vaste plaine qui s'étend depuis Cognac jusqu'au delà de
 » Segonzac, dont l'altitude au-dessus de l'Océan varie depuis 18
 » jusqu'à 48 mètres : elle est encaissée, fig. 76, entre deux séries
 » de coteaux parallèles, dont l'une, septentrionale, formée par la
 » craie inférieure A, s'élève de 48 à 100 mètres, et l'autre, méridio-
 » nale, formée par le troisième étage de la craie supérieure S,
 » atteint les hauteurs comprises entre 80 et 147 mètres. Ces derniers
 » coteaux sont désignés sous le nom de *Grande Champagne* et la
 » plaine sous celui de *Petite Champagne*. »

Page 508 :

« En résumé, l'étage Santonien se compose, dans la Charente :
 » 1° A sa base, de bancs d'un calcaire crayeux caractérisés plus
 » spécialement par *Micraster brevis* et *Rhynchonella vesperilio*,
 » et à sa partie supérieure par des bancs également crayeux,
 » caractérisés par le *Radiolites (Hippurites) Arnaudi* et *Rhyn-
 » chonella Boreau*. »

Or, la grande plaine comprise entre la route d'Angoulême à Cognac d'une part et les coteaux de Gimeux, Genté, etc., d'autre part, est traversée en écharpe par le banc à *Ostrea vesicularis*, N¹, et, si la division attribuée à Coquand eût bien été la sienne, il eût dû teinter sur la carte en Campanien, la moitié sud qu'il a cependant, d'accord avec le texte, prolongée avec la teinte santonienne jusqu'à la base des coteaux par lesquels il a fait exactement débiter le Campanien.

D'un autre côté, *Radiolites (Hippurites) Arnaudi* n'a jamais été rencontré, à ma connaissance, au-dessous des assises tout à fait supérieures du Santonien, c'est-à-dire au sommet de N².

On trouve dans les environs de Charmant un autre exemple bien frappant de ce que Coquand attribuait réellement au Santonien : la ligne d'Angoulême à Bordeaux, à la confection de laquelle il avait assisté et qu'il parcourait librement, était ouverte dès 1852, longtemps avant qu'il eût mis à sa carte la dernière main : or, il a vu, à la tranchée de la gare de Charmant, la couche N¹ avec ses myria-

des d'*O. vesicularis* : c'était bien le cas de rattacher ce niveau au Campanien si telle était l'interprétation exacte de son système : une erreur de sa part ne s'expliquerait pas ; pourquoi a-t-il teinté cette couche en Santonien ? Parce que les tranchées qui précèdent et suivent celle de la gare montrent clairement la succession des couches et que celle du Maine-Bardon, notamment, prévenait la confusion : aussi est-ce seulement à partir de cette dernière tranchée et conformément à la réalité, qu'il a fait débiter le Campanien.

Je pourrais multiplier les exemples : je pense que ceux que je viens de citer suffisent.

Je sais que, sur quelques points rapidement parcourus, Coquand a teinté en Campanien des couches descendant jusqu'à M : ce sont là des erreurs d'application bien excusables dans une région masquée par les cultures et où l'impossibilité de suivre l'ordre de succession des couches ne permettait pas de se rendre un compte exact de leur niveau : elles ne sauraient être invoquées comme une traduction éclairée de la pensée de Coquand.

Il est vrai que, dans le texte, Coquand a souvent considéré l'*O. vesicularis* comme caractéristique du Campanien, et telle est évidemment la cause de la confusion que je relève : *c'était une erreur inconciliable avec les limites qu'il avait lui-même assignées à l'étage* ; je me rappelle lui avoir montré, dans une carrière ouverte aux dernières maisons de Cognac sur la route de Barbezieux, l'*O. vesicularis* abondant au contact de *Micraster brevis* ; il reconnut bien vite ce que son attribution exclusive au Campanien avait d'exagéré ; comment ne l'a-t-il pas rectifiée ? je l'ignore ; je ne puis l'attribuer qu'à un oubli.

Si la présence d'*O. vesicularis* devait avoir l'influence qu'on lui suppose, ce n'est pas seulement une partie du Santonien qu'il faudrait réunir au Campanien, mais bien tout le Coniacien et tout le Dordonien : car elle débute, dans le S. O., au moins à la base du Coniacien et s'élève jusqu'aux dernières assises du Dordonien.

Je n'ai cessé d'entretenir avec Coquand une correspondance suivie jusqu'à sa mort ; lorsque je lui envoyai mon mémoire en 1877, il était obligé de garder la chambre à la suite d'un accident dans lequel il s'était démis l'épaule : il m'écrivait qu'il avait lu et relu ce mémoire, examina quelques points sur lesquels j'avais cru devoir élever un désaccord, mais ne fit aucune observation sur le Santonien ; or, je crois avoir assez clairement expliqué et limité cet étage pour que, avec sa vivacité de tempérament, il n'eût pas manqué de protester contre mon système, s'il n'eût jugé qu'il était en complet accord avec le sien.

J'ai dit ailleurs (1) pourquoi je considère comme exactes et naturelles les limites attribuées par Coquand au Santonien : elles ressortent pour moi :

De l'unité de son régime corallien qui cesse exactement au début du Campanien ;

De l'identité de sa faune qui persiste jusqu'au sommet ;

De la régularité de son développement progressif que l'on peut suivre sans interruption sur 300 kilomètres dans le Sud-Ouest et qui coïncide au N. avec la réduction en puissance de l'étage en Touraine, au S. avec son accroissement dans les Corbières.

Quant aux fossiles indiqués comme caractéristiques dans la note de notre honorable confrère, je ne sais s'il faut leur attribuer une importance décisive.

Dans le Sud-Ouest *Lima ovata* existe bien dans le Santonien supérieur où je l'ai recueillie.

Schizaster abatus, *Pyrina petrocoriensis* passent dans le Doronien où je les ai trouvés à Belvès ; j'ai même, du Garumnieu des Landes, un *Schizaster* que je ne puis distinguer d'*alavus*.

Je ne parle pas des Céphalopodes dont la distribution est spécialement traitée par M. de Grossouvre : je me borne à constater que, partis de points de vue différents et sans entente préalable, nous sommes arrivés aux mêmes résultats quant au parallélisme des étages, ainsi que le montrent d'une part les tableaux de M. de Grossouvre, et, de l'autre, celui qui accompagne la note que j'ai publiée en 1883, sous le titre de : *La Division du Turonien et du Sénonien en France* (2).

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., T. XII, p. 137 et suivantes.

(2) De la division du Turonien et du Sénonien. Angoulême, Debreuil, éditeur, 1883.

SUR LES CARACTÈRES INTERNES DES *SAUVAGESIA* (1)

par M. H. DOUVILLÉ

On sait que l'on rencontre à la partie supérieure du Cénomaniens des Rudistes qui ressemblent beaucoup par leurs caractères externes au *Biradiolites cornupastoris*; M. Bayle a montré le premier (2) qu'ils s'en distinguaient par la présence d'une arête ligamentaire interne, caractère qui les rapprochait des *Radiolites* (*Spherulites*, auctorum); et il a distingué sous le nom de *Sph. Sharpei* l'espèce bien connue qui accompagne les *Caprinula* dans les couches d'Alcantara, près de Lisbonne. Un peu plus tard Coquand a décrit et figuré une forme du même groupe du Rothomagien d'Algérie sous le nom de *Radiolites Nicaisei* (3), qu'il a ensuite (4) fait passer dans le genre *Sphérulites*.

Plus récemment, M. Bayle a proposé de séparer ces formes à bandes plissées des *Radiolites* ordinaires sous le nom générique de *Sauvagesia* (5), et M. Choffat (loc. cit. p. 29) nous a donné une bonne description du *Sauvagesia Sharpei*, accompagnée d'excellentes figures (Pl. II, III et fig. 4 de la Pl. IV).

Ajoutons encore une troisième espèce le *S. Mantelli* du Cénomaniens du Havre, décrit dès 1855 par Woodward (*Q. J. G. S.*, vol. X), sous le nom générique de *Radiolites*.

Ces diverses espèces ont une certaine importance stratigraphique puisqu'elles paraissent occuper des niveaux différents; les *Sauvagesia* se rencontrent à la limite du Cénomaniens et du Turonien, tandis que le *Biradiolites cornupastoris* est turonien. Lorsque les échantillons sont très bien conservés, les caractères externes per-

(1) Communication faite dans la séance du 2 février. Manuscrit déposé au Secrétariat le 21 mai 1891.

(2) *B. S. G. F.* 2^e série, t. XIV, p. 683 et 690, 18 mai 1857.

(3) 1862, Paléontologie de Constantine, pl. XVIII, fig. 12.

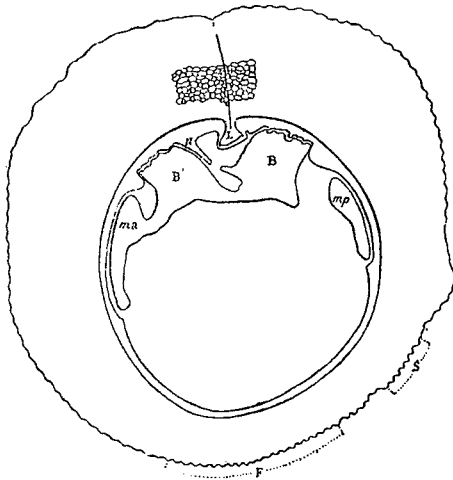
(4) 1880, *Bull. de l'Ac. d'Hippone*, n^o 15, Etudes supplémentaires sur la Paléontologie Algérienne, p. 193.

(5) C'est par suite d'un lapsus que nous avons indiqué (*B. S. G. F.*, 2^e série, t. XIV, p. 398, 1886) que le nom de *Sauvagesia*, Bayle, s'appliquait au groupe du *Sph. lusitanicus*; M. Choffat a rectifié cette erreur presque aussitôt dans ses études sur la faune crétacique du Portugal (1^{re} série, 1886, p. 31), où il applique ce nom au groupe du *Nicaisei* et du *Sharpei*; l'année suivante M. Fischer, dans son *Traité de conchyliologie*, définissait ce genre de la même manière, mais une erreur d'impression lui fait attribuer la date de 1866 au lieu de 1886.

mettent de distinguer assez facilement ces formes les unes des autres; mais les caractères internes sont encore plus nets et ont l'avantage de pouvoir être observés même sur les échantillons en mauvais état, ce qui est le cas le plus fréquent : une simple section transversale permet, en effet, de séparer les *Sauvagesia* des *Biradiolites* et nous signalons aux géologues ce moyen pratique de détermination.

Nous avons fait figurer ci-contre deux sections, l'une d'un *Biradiolites cornupastoris* du Turonien des Jeannots (près Cassis), l'autre du *Sauvagesia Sharpei*, d'Alcantara. Dans cette dernière espèce, on distingue très bien au travers des couches marginales la ligne du repli cardinal *L*, simple et seulement un peu plus marquée que les lignes du réseau des cellules; elle aboutit à une apophyse triangulaire dont la base, tournée du côté interne, servait d'attache au ligament. De part et d'autre de cette apophyse on

Fig. 1.



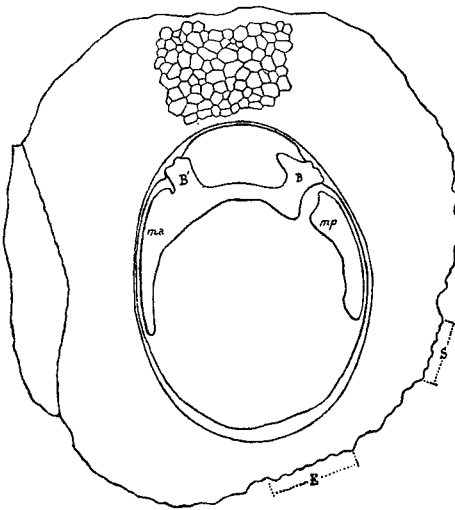
Sauvagesia Sharpei, d'Alcantara (Section, d'après une photographie).

distingue, à peu de distance, les deux rainures à fond costulé qui reçoivent les deux fortes dents cardinales *B* et *B'*; la dent antérieure *B'* se relie par une lame peu épaisse à l'apophyse myophore *ma*, tandis que la dent postérieure *B* est séparée de l'apophyse myophore correspondante *mp*, par l'échancrure rectale. Le réseau polygonal des couches marginales est à mailles très fines, comme l'a bien indiqué M. Choffat.

Dans les *Biradiolites cornupastoris*, au contraire, les dents car-

dinales sont beaucoup plus écartées et laissent entre elles une large cavité dorsale de section lenticulaire; celle-ci est limitée du côté externe par un mince revêtement de couches internes, venant s'appuyer sur le bord régulièrement concave des couches margi-

Fig. 2.



Biradiolites cornupastoris, des Jeannots (Section d'après une photographie).

nales; on ne distingue aucune trace de repli ligamentaire, et le réseau cellulaire est parfaitement régulier et continu dans toute la région dorsale. La dent *N* de la valve inférieure encore indiquée dans les *Sauvagesia* par une lamelle saillante a également disparu d'une manière complète.

Parmi les autres caractères différentiels que la coupe met en évidence, signalons encore les dimensions beaucoup plus grandes des mailles du réseau des couches marginales; la bande plissée *E* est aussi bien plus étroite dans le *Biradiolites cornupastoris* que dans le *Sauvagesia Sharpei*.

A côté de ces différences on retrouve une grande analogie dans la disposition de l'appareil myo-dentaire; les mêmes saillies, les mêmes étranglements se retrouvent dans les deux espèces, ils sont seulement plus ou moins développés, plus ou moins écartés, mais la très proche parenté des deux formes ne peut être mise en doute, et on peut affirmer que le *Bir. cornupastoris* n'est qu'un rameau dérivé des *Sauvagesia*. Sans doute en France, la première de ces formes paraît cantonnée dans le Turonien supérieur. Mais déjà M. Choffat

a signalé l'existence de formes très voisines au sommet des couches d'Alcantara; il se propose de nous faire connaître prochainement ces formes intéressantes.

Les *Sauvagesia* sont-ils isolés dans la série des *Radiolites*? Nous ne le pensons pas; le groupe du *R. angeiodes* n'en diffère que par la disparition des cannelures des bandes, et l'arête cardinale présente rigoureusement la même disposition.

SUR LA VALEUR DU GENRE *TRIZYGIA* (1)

par M. R. ZEILLER.

Dans une note présentée le 19 janvier 1891 à la Société Géologique et publiée dans le dernier numéro du *Bulletin* (2), M. C. de Stefani fait remarquer l'intérêt que présente la découverte, due à M. S. de Bosniaski, du genre *Trizygia* dans le *verrucano* du Monte-Pisano. « Ou ne connaissait ce genre jusqu'à présent, avec ce nom », dit M. de Stefani, « que dans les couches de Damuda... Pourtant M. Me-neghini l'avait dès longtemps indiqué et figuré dans le Carbonifère » supérieur de la Sardaigne avec le nom de *Sphenophyllum* sp. » M. de Stefani conclut qu'il s'agit très probablement d'une vraie Sphénophyllée, indiquée même déjà dans de vrais terrains carbonifères, et il signale, comme lui ressemblant beaucoup, certains *Sphen. emarginatum* du Pas-de-Calais figurés par moi.

L'importance que M. de Stefani et surtout M. de Bosniaski (3) paraissent attacher à la découverte du genre *Trizygia* dans les dépôts houillers du Monte-Pisano, les conclusions que ce dernier en déduit au point de vue de la comparaison des couches de Damuda avec les couches de passage du Houiller au Permien que nous connaissons dans nos régions, m'amènent à présenter quelques observations sur la valeur de ce genre, qui, je le dis tout de suite, ne me paraît représenter qu'une forme particulière de *Sphenophyllum*, susceptible d'être observée, à côté du type normal, chez plusieurs espèces du genre.

Dès 1850, Mac-Clelland et Unger faisaient rentrer le *Trizygia speciosa* de Royle dans le genre *Sphenophyllum*, et, en 1876, M. O. Feistmantel s'était rangé à leur avis; mais un peu plus tard, en 1879, il changeait d'opinion à ce sujet et faisait connaître (4) les motifs qui le conduisaient à séparer décidément le genre *Trizygia* du genre *Sphenophyllum*. Après avoir rappelé que M. Stur avait trouvé des branches de *Sphenophyllum* en rapport direct avec des rameaux

(1) Communication faite dans la séance du 25 Mai 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., XIX, N^o 4, p. 233.

(3) *Flora fossile del Verrucano nel Monte-Pisano*. Pise 1890.

(4) Notes on the genus *Sphenophyllum* and other Equisetaceae with referencé to the Indian form *Trizygia speciosa*, Royle (*Rec. Geol. Surv. of India*, XII, p. 163-166).

d'*Asterophyllites*, il faisait remarquer que, dans les couches indiennes, les *Trizygia* ne se montraient associés avec aucun Astérophyllite et ne pouvaient non plus être rattachés aux *Schizoneura*, susceptibles d'être regardés, dans une certaine mesure, comme représentant, dans ces couches, les *Asterophyllites*. Il insistait, en terminant, sur les caractères qui lui semblaient distinguer nettement les deux genres : les *Sphenophyllum* ayant des feuilles toutes égales et régulièrement réparties dans chaque verticille, les *Trizygia* ayant au contraire des feuilles inégales, groupées à chaque articulation en trois paires distinctes, constituant ainsi un verticille incomplet, et la paire antérieure étant formée de feuilles plus courtes que les deux paires latérales, disposition qui semble dénoter des plantes nageantes. Il n'a, depuis lors, donné aucune raison nouvelle à l'appui du maintien du genre *Trizygia* comme genre autonome.

En ce qui concerne le premier point, d'une dépendance entre les *Sphenophyllum* et les *Asterophyllites*, la plupart des paléobotanistes s'accordent aujourd'hui à reconnaître que les *Sphenophyllum* peuvent avoir des feuilles de plus en plus profondément divisées, jusqu'à se décomposer en lanières linéaires tout à fait indépendantes, sans devenir pour cela des *Asterophyllites*, les deux genres demeurant absolument distincts par leur mode de ramification, de même que par la structure anatomique de leurs tiges, renflées aux articulations et à côtes n'alternant pas d'un entre-nœud à l'autre, et par la constitution de leurs épis de fructification. Chez certains *Sphenophyllum*, tels que le *Sphen. myriophyllum* Crépin (1) (*Volkmannia capillacea* Stur (2), *Sphenophyllum capillaceum* Grand'Eury) (3), ces feuilles profondément découpées constituent la forme normale, et on les confondrait avec des Astérophyllites si l'on n'était mis en garde par le port même de la plante, par les cannelures plus fortes de la tige, et par les renflements qu'on observe souvent à chaque nœud ; d'ailleurs un examen attentif permet presque toujours de reconnaître, sur un certain nombre de feuilles, les bifurcations caractéristiques. Chez d'autres, et ce sont les plus nombreux, les feuilles aussi découpées sont relativement rares et les feuilles tout à fait linéaires constituent l'extrême exception ; mais outre que des feuilles étalées dans un

(1) Zeiller, Bass. houiller de Valenciennes, Flore foss., p. 422, pl. LXI, fig. 7 ; pl. LXII, fig. 2-4.

(2) Stur, Carbon-Flora der Schatzlarer Schichten, p. 226, pl. II b, fig. 4-6.

(3) Grand'Eury, Géol. et paléont. du bass. houiller du Gard, p. 228, pl. XVII, fig. 22.

plan normal à celui de l'empreinte, ne se montrant que par leur tranche, paraissent exactement linéaires, on a observé, chez plusieurs espèces, de ces feuilles tout à fait simples sur des rameaux d'où partent des branches munies de feuilles normales à limbecunéiforme: M. A. C. Seward a fait connaître notamment (1) un échantillon qui paraît appartenir au *Sphen. cuneifolium* et qui présente cette particularité très nettement accusée; M. B. Renault l'a constatée également sur le *Sphen. oblongifolium* (2), chez lequel la partition des feuilles en étroites lanières est cependant plus rare que chez le *Sphen. cuneifolium*. D'autres espèces, enfin, ne présentent jamais que des feuilles au plus divisées par une échancrure médiane plus ou moins profonde, comme le *Sphen. emarginatum*, ou tout à fait entières, à part les crénelures ou laciniures de leur bord, comme le *Sphen. verticillatum* (*Sphen. Schlottheimi*) ou le *Sphen. Thoni*; dans ce dernier cas, le nombre des feuilles est toujours limité à six.

Ainsi la présence, sur certains rameaux de *Sphenophyllum*, de feuilles simples, linéaires, semblables à celles des Astérophyllites, qui semble avoir influé sur la manière de voir de M. O. Feistmantel, ne constitue en aucune manière un caractère générique, de nature à faire classer à part les espèces qui ne le possèdent pas. Quant à l'inégalité des feuilles d'un même verticille et à leur groupement en trois paires, qui restent comme seuls caractères distinctifs du genre *Trizygia*, ils s'observent également chez certains *Sphenophyllum* houillers, et c'est en ce sens qu'on peut dire, avec M. de Stefani, que le genre *Trizygia* était connu, mais sous un nom différent, en dehors des formations indiennes. Je citerai, comme présentant nettement cette disposition, les *Sphen. oblongifolium* (3) et *Sphen. filiculme* (4) du Houiller supérieur et du Permien. On pourrait sans doute se demander, comme l'a fait Schenk pour ce dernier (5), s'il ne conviendrait pas de les distraire tous deux du genre *Sphenophyllum* pour les rattacher au genre *Trizygia*; mais il

(1) A. C. Seward, *Sphenophyllum as a branch of Asterophyllites*, p. 3, fig. 1. (*Mem. and Proceed. of Manchester lit. and phil. Soc.*, ser. 4, p. 155).

(2) B. Renault, Flore fossile du terrain houiller de Commentry, 2^e partie, p. 483, pl. L, fig. 1 et 2.

(3) Germar et Kauffuss, Pflanzen-Abdrücke (*Act. Ac. Nat. Curios.*, XV, pt. 2, pl. LXV, fig. 3). — Cœmans et Kickx, Monogr. des *Sphenophyllum* d'Europe, pl. I, fig. 8 a. — Geinitz, Verst. d. Steink. in Sachsen, pl. XX, fig. 12. — Renault, *loc. cit.* p. 484, pl. L, fig. 5, 5 bis.

(4) Lesquereux, Geol. of Penn'a, II, pl. I, fig. 6. — Fontaine et White, Permian Flora, pl. I, fig. 8.

(5) Schenk, Die fossilen Pflanzenreste, p. 405-406.

faudrait pour cela que ce caractère fût constant : or, s'il en est ainsi pour les quelques fragments connus du *Sphen. filiculme*, il n'en est point de même pour le *Sphen. oblongifolium*, chez lequel on observe de très nombreux rameaux garnis à chaque verticille de feuilles toutes égales entre elles et non rapprochées les unes des autres deux à deux (1); plusieurs paléobotanistes attribuent cette disposition spéciale, du rapprochement des feuilles deux à deux, à ce que les rameaux qui la présentent auraient été étalés à la surface de l'eau, au lieu d'être dressés comme ceux du type le plus habituel.

Ainsi cette inégalité des feuilles, ce groupement en trois paires, ne constituent même pas un caractère spécifique; c'est la conséquence, suivant toute probabilité, des conditions particulières dans lesquelles se sont développés certains rameaux, et rien ne serait moins surprenant que de retrouver cette même disposition chez d'autres espèces. La conclusion de tout ce qui précède, c'est que le genre *Trizygia* ne repose que sur des caractères sans valeur générique et que l'espèce indienne doit être purement et simplement rattachée au genre *Sphenophyllum*; c'est ce que j'avais depuis longtemps admis (2), après Mac-Clelland et Unger, en raison de l'extrême analogie qu'elle présente avec les formes de *Sphen. oblongifolium* dont j'ai parlé tout à l'heure. Peut-être, au surplus, les idées qu'on se faisait jadis sur le niveau de ces couches de l'Inde ont-elles quelque peu contribué à faire considérer cette espèce comme un type générique particulier.

Je passe maintenant à l'examen des *Sphenophyllum* du Monte Pisano signalés par M. de Bosniaski sous les noms de *Triz. speciosa* Royle et *Triz. pteroides*, n. sp. D'après la fig. 1 qu'il en donne (3), la première de ces deux espèces ressemble en effet de tout point aux petites formes de l'espèce indienne; mais la figure 2, qui représente un verticille isolé, montre des feuilles beaucoup moins inégales, moins nettement séparées par paires, et donnant pour l'ensemble du verticille un contour presque circulaire. Ainsi constitué, ce verticille isolé concorde exactement par les dimensions, par la forme, par la nervation, et par la disposition relative de ses feuilles, avec ceux du *Sphen. verticillatum*: ceux que j'ai figurés notamment, du terrain houiller de la Grand'Combe (4),

(1) Geinitz, Verst. d. Steink. in Sachsen, pl. XX, fig. 11, 14. — Renault, *loc. cit.*, pl. L, fig. 1, 2, 4.

(2) Zeiller. Examen de la flore fossile des couches de charbon du Tong-King, p. 35 (*Ann. des Mines*, 8^e Sér., II, p. 331).

(3) S. de Bosniaski, *loc. cit.*, p. 8.

(4) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., XIII, pl. VIII, fig. 4.

sont pour ainsi dire *identiques* à la figure donnée par M. de Bosniaski. Je ferai remarquer de plus que le type même de Schlotheim (1) présente des verticilles à contour encore plus nettement elliptique, les feuilles antérieures étant quelque peu réduites, sans être toutefois aussi rapprochées l'une de l'autre que sur les échantillons figurés par M. de Bosniaski. On peut, il est vrai, m'objecter que le *Sphen. verticillatum* a les feuilles légèrement crénelées, tandis que l'espèce du Monte-Pisano paraît avoir des feuilles absolument entières; mais je ferai observer que ces crénelures, qui avaient échappé à Schlotheim, sont souvent presque indiscernables, les bords de la feuille étant un peu enroulés en dessous. Il est évidemment impossible de rien affirmer sur le simple examen d'une figure, mais il est permis de se demander si le *Tr. speciosa* du Monte-Pisano ne devrait pas être assimilé plutôt au *Sphen. verticillatum* Schlotheim (sp.) qu'au *Sphen. speciosum* Royle (sp). Il est vrai que, d'autre part, M. de Stefani compare les échantillons qu'il a eus entre les mains aux figures que j'ai données du *Sphen. emarginatum* (2); cependant ceux-ci, avec leurs feuilles toutes égales, au nombre de huit souvent sur un même verticille, ne me paraissent offrir à aucun point de vue les caractères du genre *Trizygia*, auquel M. de Stefani lui-même rapporte l'espèce du Monte-Pisano. Quant à la figure donnée par M. Meneghini, d'un *Sphenophyllum* de Sardaigne (3), que M. de Stefani regarde comme identique à cette dernière, elle ne montre qu'un fragment de verticille, trop incomplet pour permettre une détermination spécifique, et des feuilles détachées; mais c'est encore du *Sphen. verticillatum* que je serais le plus disposé à rapprocher ces débris.

L'autre espèce, *Tr. pteroides*, représentée à la fig. 3 du travail de M. de Bosniaski, offre une disposition que je n'ai encore jamais rencontrée sur aucun *Sphenophyllum* et qui, si l'on s'attachait à des caractères de cet ordre, serait de nature à légitimer la création d'un troisième genre, à côté des genres *Sphenophyllum* et *Trizygia*: en effet, au lieu des six feuilles groupées en trois paires, deux paires longues à droite et à gauche et une paire courte en avant, qui caractérisaient les *Trizygia*, cette espèce présente deux longues feuilles latérales diamétralement opposées l'une à l'autre, et quatre feuilles de moitié plus courtes, en avant. Il est probable, en effet,

(1) Schlotheim, *Flora der Vorwelt*, pl. II, fig. 24.

(2) Zeiller. *Bass. houiller de Valenciennes*. Flore fossile, pl. LXIV, fig. 3, 4.

(3) Meneghini, *in* A. de la Marmora, *Voyage en Sardaigne*, II, p. 260, pl. D fig. V. 7, 7 b; V. 7 a.

qu'on a affaire ici à une forme spécifique nouvelle, mais je n'oserais pas le garantir, la forme et la nervation des feuilles paraissant bien peu différentes de celles du *Sphen. verticillatum*.

En tout cas, la présence de ces deux espèces dans le *verrucano* du Monte-Pisano ne diminue en rien, contrairement aux conclusions du travail, d'ailleurs fort intéressant, de M. de Bosniaski, les différences fondamentales tant de fois signalées entre la flore paléozoïque européenne et américaine et la flore dite à *Glossopteris*, regardée jusqu'ici comme l'apanage exclusif des régions australo-africaine et australo-indienne. Le genre *Trizygia*, dont les étroites affinités avec les Sphénophyllées ne faisaient pas question, était loin d'être l'un des plus caractéristiques de cette flore, et depuis longtemps plusieurs paléobotanistes lui déniaient toute valeur propre. M. de Bosniaski signale, il est vrai, un fait qui aurait une valeur infiniment plus considérable, à savoir la présence d'un *Glossopteris* dans le *verrucano* de Jano en Sardaigne; mais l'existence de ce genre dans les formations paléozoïques d'Europe, qui constituerait une découverte paléontologique de premier ordre, n'est rien moins qu'établie par la figure qu'il donne (1), sous le nom de *Gloss. cf. indica* Schimper, de l'échantillon étiqueté sous ce nom générique par M. Meneghini: elle ne montre, en effet, qu'une feuille lancéolée, entière, à forte nervure médiane, sans aucune trace du réseau caractéristique des *Glossopteris*; cette feuille est, en outre, beaucoup plus petite que le *Gloss. indica* et moins graduellement atténuée vers le bas que la plupart des espèces du genre *Glossopteris*, et elle me paraît pouvoir être rapportée avec beaucoup plus de vraisemblance à quelque *Taniopteris*, peut-être au *Tæn. jejunata* Gr. Eury. Dans tous les cas, les nervures secondaires étant, sur l'échantillon lui-même, totalement indiscernables, ainsi que le dit M. de Bosniaski, ce n'est pas seulement la détermination spécifique, mais avant tout la détermination générique, qui est impossible à établir avec quelque certitude.

Je ne saurais donc adhérer, quant à présent, aux conclusions de M. de Bosniaski relativement à l'extension dans nos régions de la flore à *Glossopteris*, mais je suis d'accord avec lui et avec M. de Stefani pour rayer le genre *Trizygia* de la liste des types génériques appartenant en propre à cette flore.

(1) S. de Bosniaski, *loc. cit.*, p. 20, fig. 4: *Glossopteris cf. indica* Schimp.

LA GÉOLOGIE ET LA PALÉONTOLOGIE
DU BASSIN HOULLER DU GARD, DE M. GRAND'EURY (1),

par M. R. ZEILLER.

M. Grand'Eury a bien voulu me charger d'offrir en son nom à la Société le grand ouvrage qu'il vient de publier sur la *Géologie et la Paléontologie du bassin houiller du Gard*. Ce mémoire, qui porte la date de 1890, mais qui, en réalité, vient seulement de paraître, comprend un volume de texte in-4° de 354 pages, un atlas in-folio de 23 planches, dont quatre de coupes et les autres de végétaux fossiles, et une carte géologique du bassin en deux feuilles, à l'échelle de $\frac{1}{20.000}$.

On sait les difficultés que présente dans le bassin du Gard le raccordement des divers faisceaux de couches, isolés les uns des autres ou coupés par de grands accidents sur le sens desquels les observations stratigraphiques n'avaient pas réussi à faire la lumière. Aussi, en 1882, les Compagnies houillères du bassin confièrent-elles à M. Grand'Eury le soin de procéder, avec l'aide de la flore, à l'étude comparative et au classement des couches exploitées. Je venais à ce moment de reconnaître, d'après l'examen des empreintes recueillies dans les exploitations de la Grand'Combe, l'ancienneté relative du faisceau de la montagne Sainte-Barbe par rapport à ceux de Trescol et de Champclauson, et les conclusions auxquelles j'avais été conduit avaient décidé la Compagnie à entreprendre le sondage de Ricard. A mon grand regret, les circonstances ne me permirent pas de me joindre à M. Grand'Eury, comme me le demandait la Compagnie de la Grand'Combe, pour continuer avec lui le travail commencé et l'étendre au reste du bassin ; mais l'accord des résultats auxquels il est arrivé de son côté avec ceux que j'avais obtenus sur un champ plus restreint n'en est peut-être que plus remarquable, et le succès du sondage de Ricard (2), repris, d'après ses indications, après deux années d'interruption, est venu montrer quels services la paléontologie peut rendre à l'industrie houillère. L'avenir confirmera de même, je n'en doute

(1) Communication faite dans la séance du 25 Mai 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, XIII, p. 467 ; XIV, p. 32.

pas, en ce qui concerne les autres parties du bassin, les déductions de notre savant confrère de Saint-Étienne.

Son travail est divisé en trois parties, consacrées, la première à la description géologique du bassin, la deuxième à l'étude des relations de position des divers faisceaux d'après leurs caractères paléontologiques, et la troisième à la description de la flore. Les deux premières ayant été déjà résumées par M. Parran dans son article de l'*Annuaire géologique* pour 1889, sur les progrès réalisés depuis 1878 dans la géologie du bassin du Gard, je n'en retiendrai ici que les traits principaux.

Les divers faisceaux houillers du bassin du Gard se groupent, d'après leur flore, en trois étages bien distincts, séparés par de puissants dépôts stériles : l'étage inférieur ou étage de Bessèges, l'étage moyen ou étage de la Grand'Combe, et l'étage supérieur ou étage de Champclauson. M. Grand'Eury distingue, en outre, dans le premier d'entre eux, trois sous-étages, et classant à part les dépôts tout à fait inférieurs, ainsi que les assises stériles qui séparent l'étage moyen de celui de Bessèges, et celles qui couronnent la formation houillère, il arrive à établir dans l'ensemble du bassin neuf divisions successives, mais d'importance inégale, dont trois seulement sont tout à fait stériles ; les six horizons productifs sont distingués sur la carte par des liserés de couleur vive, qui permettent de reconnaître facilement la position et l'étendue de chacun d'eux.

Tout à fait à la base existent des dépôts bréchiformes, caractérisés par une flore spéciale, comprenant notamment *Pecopteris arborescens*, *P. gracillima*, *P. abbreviata*, *Dictyopteris nevrop-teroides*, *Cordaites borassifolius* et *Lesleya angusta*. M. Grand'Eury mentionne, en outre, quelques espèces qu'il se borne malheureusement à citer sans les faire figurer dans la troisième partie de son travail : tels sont *Alethopteris irregularis*, *Aleth. crenulata* (non Brongniart sp.), et un type nouveau, *Cebenna pterophylloides*, représenté, d'après les renseignements que M. Grand'Eury a bien voulu me donner, par des feuilles rappelant celles des *Pterophyllum*, mais en trop mauvais état de conservation pour qu'il fût possible de les figurer.

Ensuite vient un premier groupe de dépôts charbonneux, qui comprend notamment les couches du Pradel, celles du Feljas et celles de Pigère, et dont la flore, peu différente de celle de l'étage de Bessèges, se distingue néanmoins par l'absence de quelques espèces très abondantes dans celui-ci, comme *Pecopteris lamuriana*, *Pec. polymorpha*, *Pec. pteroides*.

L'étage inférieur de Bessèges est celui qui a la plus grande extension en même temps que la plus grande richesse en houille : c'est à lui qu'appartiennent les couches de la montagne Sainte-Barbe, celles de Bessèges, de Lalle, de Sallefermouse, et M. Grand'Eury lui rattache également celles de Molières, de Saint Jean, de Fontanes et de Rochebelle. Il peut être subdivisé en trois sous-étages : à la base, l'horizon de la couche Sans-Nom, la plus inférieure du système de Sainte-Barbe ; cet horizon, que l'on suit tout le long du contour du Rouvergue, est caractérisé surtout par l'association de certaines espèces : *Pecopteris lamuriana*, *Pec. abbreviata*, *Neuropteris flexuosa*, *Sphenophyllum truncatum* ; il semble disparaître au nord de Bessèges, mais il est de nouveau reconnaissable à Sallefermouse, et on le retrouve à l'autre bout du bassin, au Mas-Dieu, ainsi qu'au Bois-Commun, près d'Alais. La zone moyenne de Bessèges et de Lalle est nettement assimilable au système de la montagne Sainte-Barbe ; on y retrouve constamment les mêmes espèces, entre autres : *Sphenopteris chærophyllloides*, *Sph. quadridentylites* ; *Pecopteris lamuriana*, *Pec. discreta*, *Pec. ellipticifolia*, *Pec. erosa* ; *Sigillaria tessellata*, *Sig. elliptica*, *Sig. Defrancei*. Cette zone se suit, au nord de Bessèges, jusqu'à Sallefermouse et Pigère, à l'extrémité septentrionale du bassin. La constatation, dans les couches de Molières, d'une flore identique à celle de Bessèges, permet de les ranger sur le même horizon ; il en est de même pour les couches de Fontanes et pour celles de Malataverne.

Au sommet de l'étage de Bessèges apparaissent quelques espèces nouvelles, comme *Pecopteris cyalthea*, *Pec. unita*, *Alethopteris Grandini*, *Neuropteris cordata* ; l'*Odontopteris Reichiana* devient plus abondant, tandis que d'autres types spécifiques disparaissent, entre autres le *Pec. lamuriana*. Ces caractères conduisent à assimiler aux couches supérieures de Bessèges les couches de Saint-Jean-de-Valériscle, que l'on regardait comme les plus élevées du bassin, et qui, dès 1881, malgré l'insuffisance des matériaux dont je disposais, m'avaient paru nettement inférieures à celles de Champclauson et contemporaines plutôt de celles de la Grand'Combe, sinon de celles de Sainte-Barbe. A ce même niveau appartiendraient les couches de Rochebelle et celles du sondage de Ricard.

Au-dessus de ces dernières existe un puissant étage stérile, très développé aussi du côté de la Cèze, entre les couches de Bessèges et celles de Gagnières. M. Grand'Eury n'y a observé qu'un petit nombre d'empreintes, d'après lesquelles il est porté à le rattacher plutôt à son étage moyen, ou *medio-cévènnique*, qu'à l'étage inférieur.

La zone productive de cet étage moyen est représentée dans la vallée du Gardon par ce que j'avais appelé le système de Trescol (1) et que M. Grand'Eury désigne sous le nom de groupe des couches de la Grand'Combe. La flore y est caractérisée par un mélange d'espèces inférieures et d'espèces supérieures, ainsi que par l'absence à la fois des formes les plus anciennes et des formes les plus récentes: on y trouve notamment *Pecopteris cyathea*, *Pec. unita*, *Pec. Platoni*, *Alethopteris Grandini*, *Al. aquilina*, *Odontopteris Reichiana*, *Od. obtusa* Weiss, *Sphenophyllum Schlothelmi*, *Sphen. oblongifolium*, *Sigillaria Candollei*, *Sig. lepidodendrifolia*, et d'abondants Cordaïtes, *Cord. borassifolius*, *Cord. Plingulatus*, *oacord. linearis*.

Les couches du Mazel et celles de Gagnières, bien que ne renfermant pas une flore identique, offrent des associations analogues, qui conduisent à les mettre en parallèle avec celles de la Grand'Combe et à les rattacher également à l'étage moyen. C'est cette assimilation qui, combinée avec la constatation d'une épaisseur de plus de 600 mètres de terrain stérile entre les couches de Lalle et celles de Gagnières, a permis à M. Grand'Eury d'affirmer que le sondage de Ricard, arrêté à la profondeur de 400 mètres, n'avait pas été poussé assez loin, et qu'il y avait au contraire tout espoir, en l'approfondissant, de rencontrer plus bas les couches du système inférieur.

Au-dessus des couches de la Grand'Combe, et succédant à plus de 300 mètres de dépôts stériles, viennent les couches de Champclauson, dont la flore est nettement caractérisée par une série d'espèces supérieures, *Pecopteris cyathea*, *Pec. hemitelioides*, *Calopteridium gigas*, *Dictyopteris Schützei*, *Tæniopteris jejunata*, *Sphenophyllum longifolium*, *Sigillaria Brardi* et *Sig. spinulosa*, ainsi que par la disparition des espèces anciennes, notamment des Sigillaires à côtes. La couche de Champclauson se retrouve à Portes, au Chauvel, coupée par plusieurs accidents transversaux, et enfin à la Vernarède, constituant, ainsi que l'avait indiqué M. Sarran, l'horizon le plus élevé de tout le bassin.

Enfin, la formation charbonneuse est couronnée au Mont-Châtenet par une puissante assise de poudingues qui paraissent correspondre aux dépôts les plus élevés du système stéphanois.

A Largentière, quelques espèces indiquent la fin de l'époque houillère et le passage au Permien.

Comme comparaison avec le bassin de la Loire, M. Grand'Eury

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIII, p. 133.

assimile, ainsi que je l'avais fait moi-même, l'étage de Champclauson et de Portes aux couches moyennes de Saint-Etienne ; celui de la Grand-Combe lui paraît correspondre aux couches inférieures du même système, et celui de Bessèges à l'étage de Rive-de-Gier.

Au point de vue du mode de formation, la présence d'un grand nombre de tiges enracinées et manifestement en place permet à M. Grand'Eury de conclure que les dépôts de débris végétaux se sont faits, du moins en partie, sous une faible épaisseur d'eau dans des marécages peu profonds, mais dont le sol a dû subir des affaissements successifs ; d'autre part, les différences qu'on observe parfois d'un point à l'autre, sur un même horizon, dans les espèces recueillies comme dans la nature des sédiments, indique l'intervention d'affluents bien distincts ayant parcouru des régions différentes.

Je regrette de ne pouvoir suivre ici M. Grand'Eury dans l'exposé détaillé des diverses phases par lesquelles a passé la formation des dépôts houillers du Gard, dans un bassin d'abord largement ouvert, puis séparé en deux par le soulèvement du Rouergue, sur les flancs duquel se sont produits des affaissements considérables, peu à peu comblés par des dépôts de l'étage stérile. J'ajouterai seulement que ces affaissements successifs me paraissent indispensables à admettre pour expliquer la formation de ces grandes couches d'âges si différents, séparées par des intercalations stériles d'une telle puissance.

J'ai hâte de passer à la troisième partie, la description de la flore, dans laquelle M. Grand'Eury expose les remarquables observations qu'il a pu faire, notamment sur les Calamodendrées et sur les Sigillaires, dans les carrières à remblais de Ricard et de Champclauson.

Les Calamariées du Houiller supérieur lui paraissent former deux grands groupes bien tranchés, comprenant l'un le *Calamites cannaeformis* avec les *Arthropitys* et les *Asterophyllites*, l'autre les *Stylocalamites* avec les *Calamodendron*. Le *Calamites cannaeformis* s'est montré dans le Gard presque toujours associé à des tiges ligneuses d'*Arthropitys*, portant, en verticilles, des branches d'*Asterophyllites* à rameaux régulièrement distiques ; cependant, à côté de tiges à système ligneux bien développé, on en observe parfois d'autres, appartenant, à ce qu'il semble, aux mêmes individus, et qui cependant sont demeurées herbacées. Les *Calamophyllites* représentent la surface extérieure de ces tiges, auxquelles correspondaient divers types d'épis de fructification. Certains *Asterophyllites*, comme l'*Ast. equisetiformis*, avaient des feuilles peu épaisses, uninerviées, et portaient comme épis des *Volkmania* ; d'autres, tels que l'*Ast. densifolius*, étaient garnis de feuilles plus coriaces, plus ligneuses, et c'est à eux qu'appartiennent

les *Macrostachya*; le *Calamites pachyderma* semble représenter la partie submergée, ou plongée dans la vase, des tiges de ces dernières plantes.

Quant aux *Stylocalamites*, M. Grand'Eury est porté à regarder les *Calam. Suckowi* et *Cal. Cisti*, ou du moins les espèces du Houiller supérieur que l'on désigne sous ces deux noms, comme représentant les parties herbacées des tiges de *Calamodendron*; ceux-ci n'ont d'ailleurs, en général, qu'un bois peu épais; c'est à eux qu'il rapporte, en leur réservant les noms de *Calamocladus* et de *Calamostachys*, divers rameaux feuillés et épis, très différents de ceux des *Astérophyllites*. Ces rameaux, qui naissaient isolés et sans régularité aux articulations, portaient des feuilles planes, peu consistantes, plurinerviées, souvent légèrement soudées en gaine à leur base. Je signalerai surtout deux espèces, *Calamocladus parallelinervis* n. sp. et *Calamocladus frondosus* n. sp., comme représentées par de magnifiques échantillons. A la première d'entre elles sont associés de petits épis très charbonneux, atténués aux deux bouts, uniquement formés de sporangiophores élargis en disque à leur sommet, portant chacun quatre sporanges, et non entremêlés de bractées stériles. D'autres épis analogues présentent cependant, entre leurs verticilles fertiles, de courtes bractées stériles presque filiformes. Une autre espèce, *Calamostachys tenuissima*, dépourvue comme la première de bractées stériles, rappelle davantage les *Equisetum* par le nombre plus grand des sacs pendant sous le disque de chaque sporangiophore. J'ajouterai qu'on trouve parfois des épis assez dissemblables en relation avec des rameaux feuillés en apparence identiques, ce qui paraît indiquer une différenciation plus grande pour les appareils reproducteurs que pour les organes végétatifs.

Tous ces débris, tiges, rameaux feuillés et épis, gisent constamment associés les uns aux autres dans des conditions qui ne permettent guère de douter qu'ils aient été ensevelis sur la place même où ils ont vécu, ou du moins à très faible distance; or jamais on n'observe avec eux aucune graine, ni d'autres organes de reproduction que ces épis sporangifères. Aussi M. Grand'Eury n'hésite-t-il pas à classer définitivement les *Calamodendron*, aussi bien que les *Arthropitys*, parmi les *Cryptogames*, dans la classe des *Calamariées*.

Il place à côté de ces plantes un type nouveau, des plus remarquables, dont il avait entrevu déjà quelques vestiges incomplets à Saint-Etienne, et auquel il donne le nom d'*Autophyllites furcatus*: ce sont de petites tiges articulées, à noyau calamitoïde, munies de

grandes feuilles linéaires très coriaces, soudées à la base en une collerette très étalée et bifurquées à quelque distance sous un angle assez aigu; à l'aisselle de ces feuilles naissent de petits épis charbonneux, qui paraissent formés de sporangiophores portant des capsules coriaces, sans interposition de bractées stériles. A leur base, ces tiges ne portent plus que des feuilles simples et paraissent venir s'attacher à des rhizômes garnis de feuilles beaucoup plus courtes. Par ses épis comme par la bifurcation de ses feuilles, ce type remarquable offre avec les *Bornia* certaines affinités, mais sans pouvoir se confondre avec eux. Ces *Autophyllites* n'ont été rencontrés que dans l'argilophyre ou gore blanc, comme s'ils avaient été cantonnés au voisinage de sources chaudes liées à l'émission de cette roche.

J'ajouterai, pour en finir avec les Calamariées, que les *Annularia* ne donnent lieu, de la part de M. Grand'Eury, à aucune observation nouvelle, si ce n'est qu'il les regarde comme absolument indépendants des Astérophyllites, dont certains auteurs les considèrent comme représentant les rameaux submergés ou nageants. Il en fait connaître, sous le nom d'*Ann. elegans*, une forme nouvelle, bien distincte de l'*Ann. sphenophylloides* comme de l'*Ann. stellata*.

Les *Sphenophyllum* lui paraissent également, et à plus forte raison, impossibles à rattacher aux Astérophyllites, avec lesquels ont été confondues à tort certaines espèces de ce genre, à feuilles très profondément découpées, divisées en lanières presque capillaires. Il les regarde comme constituant une famille à part, sans affinités bien marquées avec les autres Cryptogames houillères. Il signale dans le Gard le *Sph. filiculme* Lesquereux, qui lui paraît positivement distinct du *Sph. oblongifolium*; il rectifie, à propos du *Sph. longifolium*, l'erreur que j'avais commise en séparant de cette espèce, sous le nom de *Sph. Thirioni* (1), les *Sphenophyllum* à grandes feuilles de Champclauson, que j'ai en effet reconnus depuis lors comme identiques au type de Gernar, ainsi que je l'ai déjà dit ailleurs (2); il signale enfin deux formes spécifiques nouvelles, sous les noms de *Sph. Nageli* et de *Sph. papilionaceum*.

Les Lépidodendrées ne figurent dans la flore du Gard qu'avec quelques fragments de tiges ou de rameaux, parmi lesquels il y aurait deux espèces nouvelles, *Lepidodendron herbaceum* et *Lep. dilatatum*, un peu insuffisamment représentées l'une et l'autre.

L'espèce la plus répandue dans le bassin serait le *Lep. Sternbergi*

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., XIII, p. 141, pl. VIII, fig. 1-3.

(2) Bass. houiller de Valenciennes, Flore fossile, p. 422.

Brongt., que M. Grand'Eury regarde comme décidément distinct du *Lep. dichotomum*; je ferai observer à ce propos que le nom de *Lep. Sternbergi* a été précisément créé par Brongniart pour le *Lep. dichotomum* de Sternberg et qu'il perd toute signification si l'on veut l'employer en dehors de son sens primitif. M. Grand'Eury a eu sans doute en vue des échantillons du Muséum étiquetés sous ce nom par Brongniart, mais, pour le lecteur, l'espèce, dans ces conditions, reste non définie. Je pourrais, du reste, faire une remarque analogue pour d'autres noms spécifiques, tels que *Annularia minuta*, *Sphenophyllum truncatum*, *Sphen. dentatum*, qui, ayant été cités sans définition par Brongniart dans son *Prodrome*, et employés depuis lors dans les sens les plus divers, ne peuvent avoir aucun sens précis. Je regrette d'avoir à faire en passant cette petite critique, et j'espère que M. Grand'Eury voudra bien me la pardonner; mais lorsque l'on mentionne des espèces sans les figurer, il est pourtant indispensable que le lecteur puisse savoir au juste ce que l'auteur a eu en vue, et ce n'est pas sans raison qu'il a été tant de fois recommandé de n'employer que des noms bien définis et de ne pas les détourner de leur sens propre.

Les observations qu'il a pu faire dans les forêts fossiles de Sigillaires mises à nu par les carrières à remblais ouvertes sur le système de Champclauson ont permis à M. Grand'Eury de confirmer et de préciser les différences qu'il avait déjà indiquées entre les *Stigmaria* proprement dits et les *Stigmariopsis*, et de se rendre compte du mode de développement des Sigillaires. Les *Stigmaria* sont bien pour lui, comme pour M. Renault, des rhizômes, qui ont dû flotter dans l'eau ou s'étendre à la surface de la vase et qui pouvaient demeurer indéfiniment dans cet état sans donner naissance à aucune tige aérienne; mais il a vu de ces rhizômes se nouer pour former de gros bulbes qui représentent le premier stade des troncs de Sigillaires: ces bulbes, qui ont été trouvés insérés sur les rhizômes de *Stigmaria* et liés à eux par un axe vasculaire, présentent d'abord quatre renflements, qui, en s'allongeant, offrent la disposition en croix plusieurs fois signalée comme caractéristique de la base des tiges de Sigillaires. Au début, ni la tige ni les branches radiciformes ne portent d'organes appendiculaires et ne présentent de cicatrices; la partie inférieure, en se développant et en se ramifiant, prend la forme de *Stigmariopsis*, en même temps que la tige commence à s'élever verticalement. A la base de ces tiges, souvent renflée en bouteille, M. Grand'Eury n'a observé que des glandes géminées, sans cicatrices foliaires véritables ni trace de faisceau vasculaire, aussi regarde-t-il les *Syrin-*

godendron proprement dits, du type du *Syr. alternans*, non pas comme des Sigillaires décortiquées, mais comme représentant la partie inférieure, plongée dans l'eau ou dans la vase, et dépourvue de feuilles, des troncs de Sigillaires; cette partie syringodendroïde pouvait, suivant les circonstances, rester assez courte, ou atteindre plusieurs mètres de hauteur; plus haut apparaissent les feuilles, d'abord très courtes, peut-être même sous forme d'écailles au début. C'est ainsi que certains troncs, appartenant notamment à une espèce nouvelle, *Sigillaria Mauricii*, ont pu être suivis depuis leur base jusqu'à une hauteur assez grande pour qu'il s'y soit trouvé encore des feuilles attachées.

Cette même espèce a présenté, de même que le *Sig. lepidodendrifolia*, cette particularité remarquable, d'avoir une surface épidermique à peu près plane, en tout cas dépourvue de côtes saillantes, comme les Léiodermariées, tandis que la couche subéreuse de l'écorce se montre nettement cannelée comme celle des *Rhytidolepis*; M. Grand'Eury crée pour ce groupe particulier la section des *Mesosigillariae*. Je n'entrerai pas dans le détail des espèces, ni même des types spécifiques nouveaux observés, en ce qui concerne les autres sections du genre *Sigillaria*; je me bornerai à ajouter qu'avec les Sigillaires il n'a été rencontré que des épis portant des macrospores, et jamais aucun indice de graines, et qu'ainsi les Sigillaires du Houiller supérieur doivent être, tout aussi bien que celles du Houiller moyen, définitivement tenues pour Cryptogames.

M. Grand'Eury réunit dans une section à part, sous le nom de *Camptotæniae*, le groupe des Sigillaires du type du *Sig. camptotænia* ou *Sig. monostigma*, qui, par leurs cicatrices particulières, lui paraissent différer sensiblement des Sigillaires vraies; il en figure certaines formes très remarquables par les variations de leurs cicatrices, périodiquement réduites, sur des hauteurs assez notables de la tige, à de simples traits transversaux; à ces cicatrices ainsi modifiées auraient correspondu des feuilles écailleuses, dépourvues de côte médiane.

Enfin, il fait connaître, à la suite des Sigillariées, un type absolument nouveau, constitué par des rameaux divisés par dichotomie, portant à leur surface des cicatrices géminées peu nettes, auxquelles s'attachent des organes appendiculaires affectant la forme d'épines rameuses plusieurs fois bifurquées. M. Grand'Eury est porté à voir des racines dans ces singuliers rameaux, qu'il désigne sous le nom d'*Acanthophyllites Nicolai*.

Je m'arrêterai moins longtemps sur les Fougères, qui n'ont

donné lieu qu'à des observations moins importantes, et à l'égard desquelles il n'a pas été constaté de faits aussi nouveaux. Les *Pecopteris* ont fourni deux espèces nouvelles, *Pec. gracillima*, et *Pec. ellipticifolia*; ce dernier, qui est caractéristique de l'étage inférieur, n'est malheureusement défini que par une courte diagnose, quelque peu insuffisante, et non accompagnée de figure.

Une Pécoptéridée, non observée à l'état stérile, a offert d'intéressantes fructifications à capsules non soudées, étalées en étoile autour d'un point d'attache commun, que M. Grand'Eury rapporte au genre *Hawlea*. Je mentionnerai en outre quelques nouvelles formes spécifiques de *Caulopteris* et de *Megaphyton*, représentées par de magnifiques échantillons.

M. Grand'Eury range parmi les Névroptéridées, sous le nom de *Parapecopteris nevropteridis*, un très remarquable type, intermédiaire en quelque sorte entre les *Pecopteris* névroptéroïdes et les *Nevropteris*, dont les pinnules fertiles portent sur chacune de leurs nervures latérales une double rangée de capsules saillantes, soudées comme celles des *Danæa*; ces fructifications me paraissent rappeler singulièrement celles que M. Stur a fait connaître sous le nom de *Danæites*. Je citerai encore deux *Alethopteris* nouveaux, dont l'un, voisin, paraît-il, de l'*Al. Grandini*, n'est pas représenté dans les planches, et un superbe *Nevropteris* de Champclauson, *Nevr. Guardinis*, qui rappelle par ses petites pinnules le *Nevr. rarinervis*, mais qui en diffère par sa nervation bien plus dense, et dont le rachis porte plusieurs *Cyclopteris* encore en place. Les *Tæniopteris* comprennent également une espèce nouvelle, *Tæn. ardescica*, de Largentière.

Les *Schizopteris* ou *Aphlebia* sont représentés par plusieurs spécimens, dont l'un constitue une forme non encore décrite, *Schiz. rhipis*; une autre de ces frondes, *Schiz. cf. Gutbieriana*, a été trouvée attachée sur un gros rachis ponctué, tout à fait semblable à ceux de certains *Pecopteris*, ce qui paraît confirmer définitivement les idées que j'avais émises sur ces singulières empreintes. M. Grand'Eury signale, sous ce même nom de *Schiz. cf. Gutbieriana*, d'autres feuilles beaucoup plus petites, terminées par un renflement charbonneux en crête de coq, qui lui paraît devoir être un appareil fructificateur, et qui semble indiquer des plantes autonomes: je serais porté à les regarder comme constituant un type tout à fait à part.

En abordant les Gymnospermes, M. Grand'Eury insiste sur la disproportion, tant de fois signalée déjà, qui existe, parmi les empreintes du Houiller supérieur, entre les graines, appartenant à un

si grand nombre de types génériques différents, et les feuilles ou rameaux, si peu variés, susceptibles d'être rapportés au même embranchement. D'une part il fait voir, pour les Cordaïtes, qu'à des feuilles en apparence génériquement ou même spécifiquement identiques ont pu correspondre des formes de graines très dissimilaires, ce qui dénote, comme pour les Calamodendrées, une différenciation plus prononcée chez les organes reproducteurs que chez les organes végétatifs. D'autre part, les appareils de dissémination dont sont munies bon nombre de ces graines donnent à penser qu'elles ont été amenées de loin dans les bassins de dépôt, tandis que les feuilles correspondantes n'ont pu être entraînées jusque dans ces bassins ou n'y sont parvenues que lacérées, déformées et méconnaissables.

Il fait connaître, d'ailleurs, quelques nouvelles Gymnospermes houillères, entre autres un fort beau *Næggerathia*, *Næg. Graffni*, et des fragments de feuilles qu'il rapporte à ce même genre, sous le nom de *Næg. laciniata*. Il range également parmi les Gymnospermes le genre *Daubreeia*, et les *Lesleya*, dont il figure deux espèces nouvelles. Il rapporte aux *Doleropteris*, avec M. Renault, les feuilles discoïdes présentant des logettes remplies de grains de pollen que M. de Saporta a fait connaître dans son *Evolution du règne végétal* (1), et il en signale une nouvelle forme sous le nom d'*Androstachys cebennensis*; il serait porté à rattacher au même genre *Doleropteris* les grosses graines du genre *Pachytesta*, et à rapprocher les *Codonospermum* des *Daubreeia*, auxquels ils sont généralement associés dans la Loire.

Il figure deux espèces d'un nouveau genre de graines à trois valves, à endotesta présentant six côtes longitudinales, formé de cellules fortement lignifiées et entouré d'un sarcotesta cylindrique à tissu cellulaire plus lâche, traversé par de nombreux tubes ou cellules à gomme; il leur applique le nom générique de *Gaudrya*, sous lequel M. B. Renault les avait fait connaître en 1884, à la fin de son cours au Muséum, dans des leçons qu'il n'a pas publiées.

Je ne mentionnerai, pour les Cordaïtées, que la figure d'un magnifique rameau de *Cordaïtes lingulatus* portant un bouquet de feuilles de 0^m,50 de longueur sur près de 0^m,40 de largeur, et l'attribution, considérée cette fois comme définitive par M. Grand'Eury, des *Samaropsis* aux *Dorycordaïtes*. Il crée un genre nouveau sous le nom de *Hypsilocarpus*, pour le *Rhabdocarpus amygdalæformis*,

(1) Phanérogames, I, p. 75.

qu'il rapporte, de même que les *Cardiocarpus*, *Cyclocarpus* et *Rhabdocarpus* proprement dits, aux Cordaïtes vrais.

Les Conifères, représentées seulement par les deux genres *Walchia* et *Dicranophyllum*, ne lui ont offert qu'une forme nouvelle, *Dicr. tripartitum*, caractérisée par ses feuilles une ou deux fois trifurquées.

A la suite de la description de la flore, M. Grand'Eury signale quelques fossiles animaux, notamment des *Estheria* et *Leaia*, des écailles de poissons, et un très beau *Spirangium*, désigné par lui sous le nom de *Sp. ventricosum* (1), nom qui ne pourra être conservé, ayant été employé par M. de Saporta (2) pour une espèce du Rhétien, et auquel je propose en conséquence de substituer celui de *Sp. Grand'Euryi*.

Tous les échantillons qui ont servi de base à ce beau mémoire ont été, d'accord avec les Compagnies houillères du Gard, donnés à l'École supérieure des Mines par M. Grand'Eury, à qui je suis heureux de pouvoir en renouveler ici tous mes remerciements.

Si je me suis étendu un peu longuement sur la partie paléontologique de ce travail, c'est dans la pensée d'en vulgariser au moins les résultats les plus saillants, l'ouvrage lui-même devant malheureusement rester inaccessible à un grand nombre de savants : imprimé sous les auspices des Compagnies houillères du Gard, il n'a été en effet tiré qu'à 125 exemplaires et ne sera pas mis dans le commerce, et je ne puis, en terminant, qu'exprimer le regret de voir limité à un aussi petit nombre de lecteurs un travail de nature à faire honneur à la fois à la science française et à l'intelligente initiative de nos grandes Compagnies minières.

M. Zeiller présente ensuite, dans les termes suivants, trois brochures de M. Kidston :

J'ai l'honneur d'offrir à la Société, au nom de M. Rob. Kidston, trois nouvelles brochures qu'il vient de publier sur la flore houillère de l'Angleterre. La première, intitulée : *On the fructification and internal structure of Carboniferous Ferns in their relation to those of existing genera*, est un résumé de tout ce que l'on sait aujourd'hui sur les divers types de fructification des Fougères houillères et sur la place qu'elles doivent occuper dans la classification admise à

(1) Grand'Eury, *loc. cit.*, p. 337, pl. XXII, fig. 3.

(2) Schimper, *Traité de pal. vég.*, II, p. 518, pl. LXXX, fig. 4. — Saporta, *Paléont. franç.*, *Vég. jurass.*, IV, p. 55, pl. 232, fig. 1, 2.

l'égard des Fougères vivantes. Le plan adopté dans ce travail ne diffère que par quelques modifications de détail de celui que j'ai suivi en traitant le même sujet dans la *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes* (1); je signalerai d'abord des sporanges annelés nettement reconnaissables, recueillis dans les dépôts houillers du Yorkshire et du Lancashire, qui confirment une fois de plus l'existence des Leptosporangiées à l'époque houillère, et qui ressemblent, du reste, beaucoup à ceux que M. Renault a découverts dans les dépôts silicifiés d'Autun (2). Aux divers genres mentionnés dans le travail précité, M. Kidston ajoute le genre *Schizostachys* Gr. Eury, qu'il regarde cependant comme probablement identique au genre *Zygopteris*, tel que je l'ai compris : je ferai remarquer que les fructifications que j'ai décrites comme *Zyg. frondosa* sont précisément celles du *Schizostachys frondosus* Gr. Eury; mais le *Schiz. sphenopteroides* de M. Kidston me semble représenter un type différent; peut-être faudrait-il le rattacher au genre *Hymenotheca* de M. Potonié. A côté des genres *Dactylotheca* et *Myriothecca*, parmi les Marattiacées, vient se placer le genre *Cyclothecca*, récemment créé par l'auteur pour des fructifications formées de sporanges circulaires sessiles, sans anneau, disposés sous chaque penna en deux séries parallèles. Il fait connaître par des figures les intéressantes observations qu'il avait annoncées relativement à l'*Archæopteris hibernica*, sur lequel il a reconnu la présence, à la base du pétiole, de deux larges expansions stipulaires semblables à celles des Marattiacées; il a trouvé, en outre, sur certains échantillons, des sporanges attachés sur les bords de pinnules normales, tandis qu'à l'ordinaire les pinnules fertiles sont dépourvues de limbe; on observe, du reste, des exceptions analogues chez diverses Fougères vivantes, notamment chez l'Osmonde royale. M. Kidston établit enfin un genre nouveau, sous le nom d'*Unathecca*, pour le fragment de fronde fertile qu'il avait décrit antérieurement comme *Ptychocarpus oblongus* : il y a reconnu la présence, sous chacun des lobes des pinnules, d'un sporange couché sur le limbe et s'ouvrant, comme ceux des *Archæopteris*, par une fente longitudinale; il classe ce genre *Unathecca* (3) parmi les Marattiacées.

La partie du travail consacrée aux tiges ou pétioles de Fougères ne renferme aucune observation nouvelle; je me bornerai à dire

(1) Pages 12 à 63.

(2) Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac, *Flore fossile*, 1^{re} partie, p. 12, fig. 4, et p. 16, fig. 11.

(3) Ce genre *Unathecca* paraît être identique au genre *Hymenotheca*, créé en 1890 par M. Potonié.

que M. Kidston regarde, d'accord avec M. Williamson, les genres *Lyginodendron*, *Heterangium* et *Kalocylon*, comme représentant des tiges ou des rhizômes de Fougères munis d'un système ligneux à développement centrifuge; il fait remarquer notamment la ressemblance que présente la surface externe du *Lyginodendron Oldhamium* avec les gros rachis de *Sphenopteris Hœninghausi*.

Dans la deuxième brochure, *Notes on the Palæozoic Species mentioned in Lindley and Hutton's « Fossil Flora »*, M. Kidston procède à la révision de toutes les espèces paléozoïques qui figurent dans l'ouvrage de Lindley et Hutton. Il s'est reporté aux échantillons originaux, toutes les fois qu'il a pu les retrouver; pour les autres, il met à profit les éléments que peut lui fournir sa connaissance des échantillons provenant du même horizon et, autant que possible, de la même localité que les échantillons types. Il est amené ainsi à rectifier un certain nombre des attributions primitives, et il propose, le cas échéant, des noms nouveaux pour les espèces qui ne peuvent être identifiées à aucune autre déjà décrite. C'est là un travail dont tous ceux qui ont à se servir de la *Fossil Flora* apprécieront la haute utilité.

Enfin, la dernière de ces trois brochures est relative à la flore fossile du bassin houiller du Staffordshire et constitue la deuxième partie d'un travail dont la Société a déjà reçu le commencement (1); elle est consacrée à l'étude de la flore du bassin des *Potteries*, qui comprend les trois horizons de la série : *Upper*, *Middle* et *Lower Coal-Measures*. La plupart des espèces observées dans ces deux derniers groupes de couches se rencontrent également dans le bassin houiller de Valenciennes, soit dans toute sa hauteur, soit seulement dans sa région supérieure; de ce nombre est le *Dictyopteris sub-Brongniarti*, que M. Kidston identifie, d'après la comparaison d'échantillons du Pas-de-Calais, avec des échantillons de Pittston, en Pensylvanie, au *Dict. obliqua* Bunbury; je ne crois pas, jusqu'à plus ample informé, pouvoir accepter cette identification, le *Dict. obliqua* me paraissant, tant par les figures qui en ont été données que par les échantillons de Pittston que j'ai reçus moi-même de M. Lacoë, différer du *Dict. sub-Brongniarti* par le réseau plus lâche de sa nervation. Les *Upper Coal-Measures* n'ont présenté à M. Kidston qu'un nombre d'empreintes fort restreint, parmi lesquelles je citerai notamment le *Pecopteris arborescens* et le *Pecyathea* de notre Houiller supérieur.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVII, p. 559, séance du 20 mai 1889.

NOTE SUR TROIS ESPÈCES DU GENRE *SCALPELLUM*,
DU CALCAIRE GROSSIER DES ENVIRONS DE PARIS (1)

par M. L. BERTRAND.

(Pl. XIII)

On rencontre assez fréquemment des restes de Cirrhipèdes dans le Calcaire Grossier des environs de Paris ; mais ce sont toujours des pièces du capitulum isolées, ce qui rend leur détermination assez difficile. Toutefois j'ai entrepris, sur les conseils de M. Fischer, l'étude d'un certain nombre de ces pièces provenant de Chaussy, où elles avaient été recueillies par M. Stuer. J'ai eu depuis à ma disposition d'autres échantillons que je dois à l'obligeance de M. le général Pesme et de MM. Morlet et Bezançon, et qui proviennent des différentes localités de Chaumont-en-Vexin, le Vivray, Parnes, Mouchy, Fontenai et Chaussy, où se retrouvent d'ailleurs toutes les mêmes formes.

Parmi ces pièces, il en est un certain nombre que j'ai pu rapporter au groupe des *Lepadidæ*, et en particulier au genre *Scalpellum*, dont le nombre des espèces vivantes connues a été augmenté considérablement par les dragages du *Challenger*.

La *carina*, pièce impaire dorsale principale, présente dans ce genre trois régions nettement délimitées : l'une médiane (*tectum*), portant des stries d'accroissement subtransversales toujours peu obliques, tandis que sur les deux régions latérales (*parietes*) les stries deviennent longitudinales, leur inflexion se faisant brusquement en passant d'une région à l'autre.

Darwin (2) a partagé les espèces fossiles du genre *Scalpellum* en deux sections, d'après la position de l'*umbo* de la *carina*. Ces deux sections sont les suivantes :

I. — *Umbo* non situé à l'apex.

II. — *Umbo* situé à l'apex.

J'ai trouvé ces deux groupes représentés parmi les échantillons que j'ai étudiés, ceux du second groupe étant d'ailleurs les plus nombreux dans toutes les localités citées plus haut, sauf peut-être à Fontenai. J'ai eu trois types de *carina* bien distincts, appartenant

(1) Communication faite dans la séance du 25 mai 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) Darwin. — Monography on the fossil Lepadidæ. 1851, page 14.

nettement à trois espèces : mais je n'ai pu trouver pour deux de ces *carina* les autres pièces fondamentales correspondantes. La seule espèce que j'aie pu reconstituer à peu près complètement est la suivante :

SCALPELLUM RECURVATUM nov. sp.

(Pl. XIII, fig. 1-8).

Cette espèce, la plus abondante, appartient à la seconde des deux sections indiquées ci-dessus.

CARACTÈRES SPÉCIFIQUES : *Carina réfléchiée légèrement du côté dorsal et présentant une arête tectale très développée, qui correspond à une inflexion très prononcée du bord basal de la carina. — Bord tergo-latéral des scuta non divisé par un angle net en deux régions. — Pièces supéro-latérales pentagonales, ayant l'umbo excentrique. — Plaques du capitulum ornées de stries d'accroissement très accentuées, assez espacées, avec d'autres très fines dans leur intervalle, ainsi qu'un petit nombre de carènes rayonnantes partant de l'apex.*

Les caractères les plus saillants de cette espèce consistent : 1° dans la direction de la courbure de la *carina*, dont le *tectum* est toujours plus ou moins recourbé du côté dorsal, c'est-à-dire à l'inverse de la plupart des espèces du genre *Scalpellum*; 2° dans la présence d'une carène tectale très développée, ce qui donne à cette *carina* un aspect très spécial. Je n'ai pu trouver les pièces latérales du cycle inférieur, c'est-à-dire les *carino-latérales*, les *inframédiolaterales* et les *rostrolatérales*. Quant aux pièces fondamentales, *carina*, *scuta* et *terga*, j'en ai eu un très grand nombre d'échantillons à ma disposition.

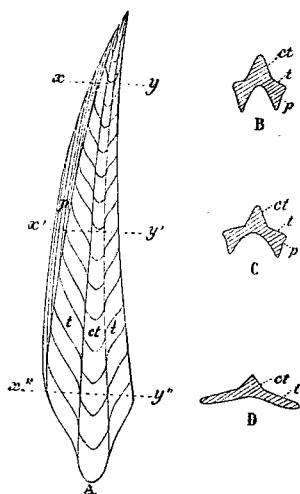
Cette espèce m'a paru devoir se rapprocher du *Scalpellum reflexum* Sowerby.

Description des pièces du capitulum

Carina (Pl. XIII, fig. 1-3) légèrement recourbée du côté dorsal, s'élargissant régulièrement de l'apex à la base. *Umbo* situé à l'apex. La *carina* se divise en un *tectum* (fig. A-D, t) et deux *parietes* (fig. 1 A-C, p) étroits, perpendiculaires au *tectum*; celui-ci présente une *carène* médiane très accentuée (fig. A-D, ct), correspondant à un prolongement assez long du bord basal de la *carina*; les stries d'accroissement, à 45° environ sur le *tectum*, deviennent longitudinales sur les *parietes*, qui s'atténuent graduellement vers la partie inférieure de la *carina*, jusqu'à disparaître complètement (fig. 1 D)

Terga (Pl. XIII, fig. 4) rhomboïdaux allongés ; bord cardinal (*occludent margin* de Darwin) convexe et bord suscarinal (*upper carinal margin* Darwin) très légèrement concave, confluant à l'apex suivant un angle aigu. — Bord carinal droit ou légèrement concave, ainsi que le bord supérolatéral ; ces deux bords faisant entre eux

Fig. 1.



A. — Carina vue de trois quarts.

B. — Coupe suivant xy .

C. — — — $x'y'$

D. — Coupe suivant $x''y''$.

p. parietes. — t. tectum.

ct. carène tectale.

un angle très obtus. — Bord supérolatéral formant un angle basal aigu avec le bord scutal sensiblement rectiligne, qui se relie au bord cardinal sans former d'angle net.

Une carène assez saillante, allant de l'apex à l'angle basal, et sur laquelle les stries d'accroissement s'infléchissent suivant un angle très aigu ; une seconde côte, allant de l'apex à l'angle des bords carinal et supérolatéral, où les stries d'accroissement subissent une légère inflexion ; enfin, une troisième côte, qui suit le bord cardinal à une faible distance.

Scutum (Pl. XIII, fig. 5 et 6) subtrigone, à apex très aigu, et base obtusément arrondie. — Bord cardinal légèrement convexe ; bord tergo-latéral convexe, mais non divisé en général par un angle net en deux régions distinctes. — Bord basal arrondi, convexe, confluant avec le bord latéral suivant un angle droit à sommet obtus, et se continuant avec le bord cardinal, sans former d'angle net. — Une carène courbe allant de l'apex à l'angle basolatéral, et suivant

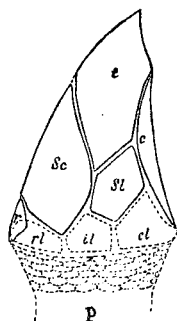
laquelle les stries d'accroissement subissent une inflexion de 90° environ. — Une seconde côte moins nette suivant le bord cardinal à une faible distance. — Face interne lisse, présentant une impression musculaire déprimée au fond d'une fossette.

Rostrum (Pl. XIII, fig. 7) s'élargissant très rapidement de l'apex à la base, de sorte que, quoiqu'il ait une longueur égale au tiers environ de celle de la *carina*, sa largeur à la base est sensiblement la même. Une carène médiane, qui se prolonge assez loin en arrière comme dans la *carina*.

Supéro-latérales (Pl. XIII, fig. 8) pentagonales. — *Umbo* situé environ au cinquième de la hauteur, en partant de l'angle supérieur des bords tergal et carinal. — De l'*Umbo* partent des côtes rayonnantes se rendant aux angles ; deux de ces côtes sont surtout accentuées, et deviennent de véritables carènes, ce sont celles qui correspondent aux angles tergo-scutal et carino-basal. — Stries d'accroissement parallèles aux bords, et quelques stries rayonnantes très faibles.

J'ai essayé d'indiquer par le croquis ci-joint la position et le mode d'association des pièces décrites plus haut, en indiquant aussi en pointillé la position des pièces absentes, c'est-à-dire des rostro-latérales, infra-médio-latérales et carino-latérales.

Fig. 2.

Reconstitution théorique du *Scalpellum recurvatum*.

e. Carina. — *t.* tergum. — *Sc.* Scutum. — *r.* rostrum. — *Sl.* supéro-latérale. — *cl.* carino-latérale. — *il.* infra-médiolatérale. — *rl.* rostro-latérale. — *p.* pédoncule.

Les deux autres espèces que j'ai étudiées appartiennent à la première section du genre *Scalpellum*. Je dois me contenter de décrire leurs *carina*.

SCALPELLUM FISCHERI *nov. sp.*

(Pl. XIII, fig. 9-11)

Carina régulièrement incurvée dans le sens normal, ayant l'*umbo* assez voisin de l'*apex* (les deux figures 9 et 11 donnent les positions extrêmes).

Tectum aplati partant de l'*umbo*, très étroit à sa partie supérieure et s'élargissant graduellement jusqu'à la base (fig. 10), bordé de chaque côté par un petit bourrelet, surtout visible dans la région inférieure de la *carina*. *Parietes* perpendiculaires au *tectum*, divisés très nettement en deux régions (*parietes* proprement dits et *intraparietes* de Darwin), qui forment entre elles un angle rentrant très accentué à la partie supérieure, devenant nul et même légèrement saillant dans la moitié inférieure de la longueur de la *carina*. Les *parietes s. str. (p)* sont perpendiculaires au *tectum* et ne se prolongent pas en avant de l'*umbo*, où ils se réunissent l'un à l'autre presque perpendiculairement au *tectum*; ils se prolongent jusqu'à l'extrémité inférieure de la *carina*, tandis que les *intraparietes (ip)* qui constituent toute la partie de la *carina* située au-dessus de l'*umbo*, en se réunissant l'un à l'autre par une surface courbe tout-à-fait régulière, ne dépassent pas inférieurement les deux tiers de la longueur de la *carina*. Stries d'accroissement entourant complètement l'*umbo*, longitudinales sur les *parietes* et les *intraparietes*, passant au-dessus de l'*umbo* sans inflexion ni interruption, tandis qu'elles forment sur la ligne médiane du *tectum*, un angle sensiblement droit.

SCALPELLUM VOMER *nov. sp.*

(Pl. XIII, fig. 12-13).

Carina très comprimée latéralement, ayant ses faces latérales parallèles, et présentant de profil une forme rappelant un peu celle d'un soc de charrue. *Umbo* situé du tiers au quart supérieur de la ligne dorsale, qui forme en ce point, quand on regarde la *carina* de profil, un angle de 110° à 120°.

Tectum (t) à section courbe et convexe, s'élargissant depuis l'*umbo*, où il est très étroit, jusqu'au bord basal; il est séparé par une faible arête bordée d'un sillon, des *parietes* aplatis (*p*) triangulaires, ayant leur plan sensiblement parallèle au plan médian de la *carina*, et qui se réunissent l'un à l'autre en formant la partie de la *carina* située au-dessus de l'*umbo*, sans présenter de division en deux régions comme dans l'espèce précédente. Stries d'accroissement parallèles au bord dans chacune des régions, longitudinales

sur les *parietes*, et à 45° de la longueur sur le *tectum*, où elles forment par suite un angle sensiblement droit sur la ligne médiane.

Cette *carina* est assez voisine de celle du *Scalpellum rostratum* Darwin, espèce actuelle, quoique de taille un peu plus grande.

La découverte d'autres échantillons me permettrait peut-être de déterminer, parmi les pièces (*scuta*, *terga*, etc.) dont je n'ai pu fixer les rapports, celles qui correspondent à chacune des deux espèces précédentes.

Je dois faire remarquer qu'on trouve mention, dans « Graves, *Topographie géognostique de l'Oise* », d'un *Pollicipes Gravesianus* DeFr. mss, de la Glauconie grossière de Chaumont, qui se rapporterait probablement à l'une des trois espèces précédentes. Mais cette espèce n'ayant été décrite nulle part, à ma connaissance, et n'existant pas dans la collection de DeFrance, aujourd'hui à la Faculté des sciences de Caen, je n'ai pas cru devoir en tenir compte.

Je dois aussi signaler la présence, parmi les échantillons que j'ai eus entre les mains, d'un petit nombre de pièces identiques à celles du *Pollicipes Chevalieri* Desh., qui est en réalité un *Scalpellum*, et dont le type se trouve dans la collection de l'École des Mines.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

SCALPELLUM RECURVATUM.

- Fig. 1. *Carina* vue par la face dorsale.
 2. — — de profil.
 3. — — par la face interne.
 4. *Tergum* gauche.
 5. *Scutum* gauche (face externe).
 6. — — (face interne).
 7. *Rostrum*.
 8. *Supérolatérale* gauche.

SCALPELLUM FISCHERI.

9. *Carina* vue de profil (la partie inférieure manque).
 10. Partie inférieure de la même, vue de trois quarts.
 11. Une autre *carina*. — t. *tectum*. — p. *parietes*. — ip. *intraparietes*.

SCALPELLUM VOMER.

12. *Carina* vue de profil. — t. *tectum*. — p. *parietes*.
 13. Une autre vue de trois-quarts.

Toutes les pièces figurées sont grossies quatre fois.

NOTE PRÉLIMINAIRE
SUR LES OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES
FAITES DANS L'ASIE CENTRALE,

par **M. Ch. BOGDANOWITCH** (1)

Les recherches géologiques exécutées au cours de l'expédition du colonel Piewtsoff dans l'Asie Centrale ont embrassé le versant méridional du Thian-Chan entre le Naryn et Kachgar, le côté oriental du Pamir avec le groupe gigantesque du Moustagh-ata, et les chaînes du Kouenlun occidental entre le Moustagh-ata, à l'ouest, et l'Altyn-tagh jusqu'au méridien du Lob-Nor, à l'est. Elles se sont étendues en outre à la partie Nord-Ouest du Tibet, entre le méridien du Polou et celui du Lob-Nor (79°-87° long. E. de Paris), ainsi qu'au Thian-Chan oriental et aux Monts Tarbagataï.

Les observations touchant l'origine et le mode d'accumulation des dépôts éoliens (sables et *loess*) expliquent sous plusieurs rapports la géographie physique des parties centrales du bassin de la rivière Yarkand-daria (affluent du Tarim) et de la Dzungarie. La recherche des gisements de l'or et du jade (néphrite), l'examen de la limite inférieure des neiges persistantes au point de vue hypsométrique et l'étude des glaciers du Kouenlun complètent l'énumération des travaux auxquels je me suis livré pendant le voyage.

Le Kouenlun occidental est constitué par des granites, des gabbros et diorites, des gneiss et des schistes métamorphiques, des calcaires du Dévonien inférieur à stromatopores, des calcaires carbonifères à *Productus semireticulatus* et à fusulines, des grès, des marnes contenant également le *Pr. semireticulatus* et enfin des schistes d'âge indéterminé (carbonifères ?). Grâce à l'entrecroisement de plis et de failles dont l'âge et la direction ne sont pas les mêmes, la structure de la chaîne présente une grande complication : les dislocations les plus anciennes, qui dominent à l'est des sources du Keriä-daria (par 79° de long. E. de Paris environ), sont dirigées E.N.E.-O.S.O. ; d'autres accidents, plus récents, et se développant surtout à l'ouest, s'orientent N.O.-S.E. ; enfin, comme cas particulier, on observe parfois les traces d'un retour, plus récent encore, à la direction N.E.-S.O.

(1) Manuscrit remis le 25 mai 1891. Par une décision en date du 24 juin 1891, le Conseil a décidé l'impression de la présente note, bien que M. Bogdanowitch ne soit pas membre de la Société.

La partie du Kouenlun occidental située de part et d'autre du méridien de l'oasis Nya (80° 30' P.) se présente sous la forme d'une chaîne gigantesque couverte de neige, atteignant de 20 à 24000 pieds d'altitude (6500-7800^m) le long de la frontière du Tibet, et s'abaissant par des terrasses successives vers le bassin du Yarkandaria. Plus loin vers l'est, la structure et l'orographie deviennent plus complexes et, à partir du méridien de Tchertchen, le Kouenlun présente déjà tout un système de chaînes neigeuses, séparées et plus ou moins parallèles entre elles, et s'étendant fort loin du côté de l'est et du sud-est. Vers l'ouest, la direction des chaînes change et se recourbe visiblement vers le N. O.

L'un des traits les plus remarquables de la géologie du Kouenlun occidental, correspond à la transgression du Carbonifère sur les schistes métamorphiques et les couches dévoniennes. Les grands mouvements dont les phénomènes d'abrasion ont été la conséquence paraissent d'ailleurs s'être répétés à plusieurs reprises dans la région; l'un de ces mouvements a déterminé une transgression évidente des *dépôts tibétains* sur les terrains du Kouenlun. Ces dépôts, dont je n'ai pu encore préciser l'âge, mais qui, en tout cas, ne sont certainement pas plus anciens que le Carbonifère, sont formés de grès, de conglomérats et de brèches.

La partie Nord-Ouest du Tibet a été affectée par un plissement d'ensemble nettement accusé, suivant les directions E.N.E.-O.S.O. et O.N.O.-E.S.E., qui imprime à cette contrée une physionomie bien différente de celle du Kouenlun. Sur toute son étendue, du moins dans les limites du territoire que nous avons exploré, c'est un haut désert pierreux, uniformément recouvert de débris. De petites chaînes aux arêtes vives, dont la hauteur est comparativement faible (de quelques dizaines à quelques milliers de pieds), et à demi enterrées sous les produits de leur démolition séculaire, constituent l'élément principal du relief; disposées en rangées plus ou moins parallèles, elles vont d'un côté se rattacher au Kouenlun, et de l'autre, s'éloignent vers le sud en se prolongeant jusqu'aux extrêmes limites de la vision. Sur le sol desséché des vallées longitudinales qui les séparent, on voit affleurer la série monotone des *dépôts tibétains*, se redressant en crêtes minces et tranchantes.

Ce caractère raboteux et stérile de la surface, joint à sa grande élévation au-dessus du niveau de la mer (15 à 17000 pieds = 4870 à 5520^m), fait de cette contrée l'une des plus impénétrables qu'il y ait au monde. Aussi ne trouve-t-on aucune trace, dans ce *désert absolu*, de la faune si riche et si variée du Tibet Nord-Oriental : on

n'y rencontre que les ossements des bêtes fauves qui sont venues s'y égarer par hasard.

Au point de vue géologique, il est évident que l'allure fortement disloquée des couches recouvrant en stratification discordante les terrains anciens du Kouenlun, ne permet plus de considérer le Nord-Ouest du Tibet comme un plateau; c'est au contraire une région plissée au premier chef (*Faltenland*). Le repos relatif qui n'a cessé de régner au Tibet depuis l'époque de son émergence explique, d'ailleurs, avec la sécheresse du climat, l'uniformité de son relief, l'aspect aplati et peu varié de sa surface, où le caractère de plaine l'emporte actuellement d'une manière marquée sur le caractère montagneux. Il est probable que ce puissant système de plis a pour soubassement un énorme massif ancien, dont nous voyons encore les restes dans les chaînes gigantesques du Kouenlun occidental.

Grâce à l'extrême sécheresse de l'air et à la quantité tout à fait insignifiante des précipitations atmosphériques, la limite inférieure des neiges persistantes s'élève sur le versant méridional du Kouenlun à 18500-19000 pieds (6000-6170^m); aucun point n'atteint d'ailleurs cette altitude dans la partie explorée du Tibet Nord-Occidental. Sur le versant septentrional, cette limite s'abaisse à 16-17000 pieds (5200-5520^m). Malgré l'énorme hauteur de la crête, qui dépasse 20000 pieds (6500^m) sur une longueur de plusieurs dizaines de verstes, et malgré l'étendue relativement considérable que les neiges occupent de ce côté, les glaciers sont rares et peu développés dans le Kouenlun, et on n'en rencontre que sur le versant du nord. A l'exception des glaciers du groupe du Moustagh-ata; je ne puis indiquer, dans le Kouenlun occidental, depuis le Yarkand-daria jusqu'au méridien du Lob-Nor (c'est-à-dire sur 13-15 degrés en longitude ou 1200 kilomètres) que quatre glaciers, tous de second ordre. J'ai pu constater dans la même région qu'il n'y a aucune trace d'une ancienne extension des glaciers.

Mes collections n'étant pas encore entièrement parvenues à Pétersbourg, je dois me contenter, pour le moment, de ces quelques remarques générales, sans rien ajouter aux faits que j'ai déjà eu occasion de signaler dans mes lettres adressées à la Société Impériale Géographique de Russie (1).

(1) *Bull. de la Soc. Imp. Géogr. de Russie*, t. XXV, p. 408-420, p. 469-479; t. XXVI, p. 482-485.

SUR QUELQUES POINTS DE LA GÉOLOGIE DES CORBIÈRES (1)

par M. L. CAREZ.

Le dernier fascicule du Bulletin (2) contient une note dans laquelle M. Roussel cherche à réfuter les arguments par lesquels j'ai soutenu l'existence de phénomènes de recouvrement dans les Corbières. Notre savant confrère pense également que les coupes que j'ai données de cette région renferment un assez grand nombre d'inexactitudes.

Les quelques pages que j'ai fait paraître, soit dans le Bulletin de la Société (3), soit dans celui de la Carte (4), ne constituent pas un travail définitif; ce ne sont, au contraire, que des notes préliminaires, des aperçus sur une région difficile, presque inconnue et dont l'étude n'est pas encore terminée. Il n'y aurait donc rien d'extraordinaire à ce que mes opinions dussent être modifiées sur plus d'un point, comme elles l'ont été déjà en ce qui concerne le Trias.

J'ai donc lu avec grand soin le nouveau travail de M. Roussel; mais je n'y ai trouvé aucune raison pour modifier ma manière de voir sur les phénomènes qui ont produit le pic de Bugarach, ni sur les autres points essentiels de mes notes antérieures; je vais examiner successivement les diverses questions touchées par M. Roussel et les raisons qu'il croit pouvoir m'opposer.

I. QUESTION DU TRIAS.

Après avoir contesté l'existence du Trias à la source de la Sals et dans la vallée du Bézu-Saint-Ferriol, j'ai été amené récemment à modifier mon opinion, et j'ai exposé les motifs de cette évolution en ce qui concerne la vallée de la Sals (5), me réservant d'attendre l'apparition de la note de M. Roussel pour m'occuper de la région du Bézu.

Je pensais en effet y trouver des arguments nouveaux, mais je n'y ai rencontré que des affirmations.

Frappé comme je l'ai été moi-même par la singularité des affleu-

(1) Communication faite dans la séance du 8 juin. Manuscrit remis le même jour.

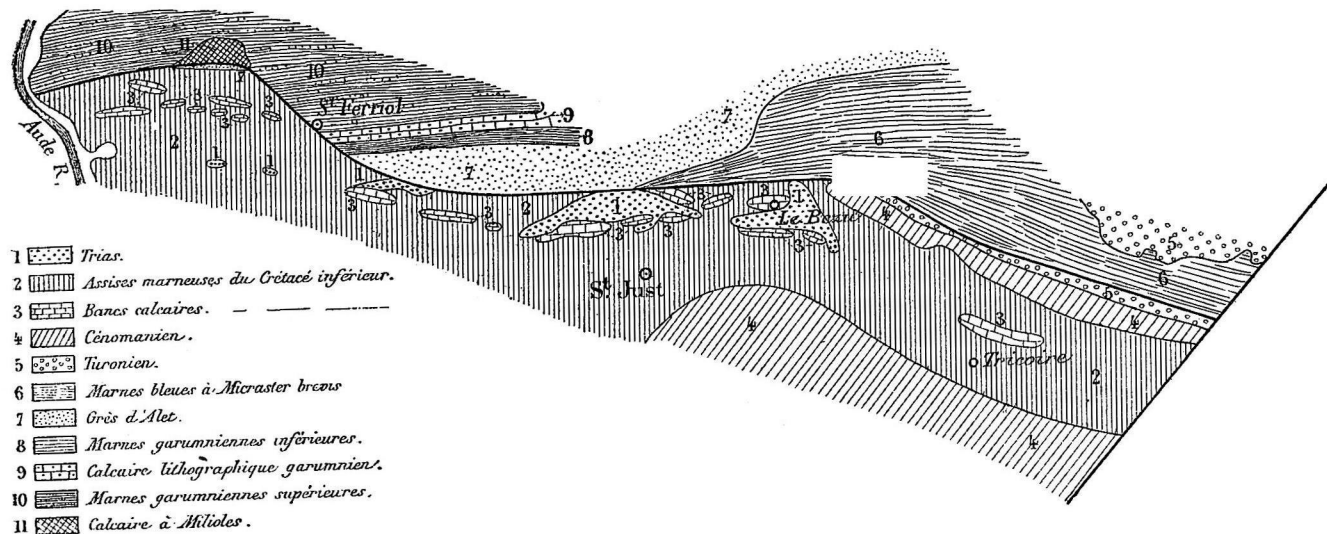
(2) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIX, p. 184.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 372.

(4) *Bull. Serv., Carte Géol.* n° 3, sept. 1889.

(5) *B. S. G. F.*, séance du 20 avril 1891.

Fig. 1. — Carte géologique de la vallée du Bézou.



rements des argiles rouges aux environs du Bézou, M. Roussel croit qu'elles ne sont qu'une modification des marnes du Crétacé qui les entourent, et qu'elles appartiennent à des âges très divers (Albien, Cénomanién, Turonien, Sénonien).

Pour lui, la coloration rouge, la production du gypse et du quartz bipyramidé, sont dues à des phénomènes de métamorphisme dont il n'indique pas la cause.

Certes, si l'on ne voyait que la vallée du Bézou, il serait bien difficile de distraire ces argiles de la formation crétacée, mais leur identité absolue avec les couches reconnues triasiques du bassin de la Sals, ne permet pas de les classer à un niveau différent.

Si M. Roussel persiste à en faire du Crétacé, c'est que pour lui, à la source salée également, les argiles rouges appartiennent au Cénomanién, tandis que le Trias est seulement représenté par quelques grès granuleux inférieurs. Je ne puis accepter cette opinion; les argiles rouges de la source salée se continuent sans interruption vers l'est, jusqu'à des points où on les voit passer sous le Jurassique; elles sont donc triasiques sans aucun doute. Ce sont d'ailleurs ces mêmes argiles que M. Roussel rapporte sans hésitation au Trias dans la région de Montgaillard.

Mais si je suis bien persuadé de la nécessité de rapporter au Trias tous ces lambeaux de couches rouges, je suis fort embarrassé pour donner une explication plausible de leur présence au milieu des marnes du Crétacé moyen et supérieur. Le seul moyen de rendre compte des faits, est de supposer que les couches jurassiques et crétacées inférieures ne se sont pas déposées en ces points et que l'Albien est venu directement recouvrir les couches triasiques restées découvertes jusqu'à cette époque; mais tout en proposant cette hypothèse parce que je n'en vois aucune autre possible, j'ai peine à comprendre comment la mer, qui déposait des sédiments si puissants à l'emplacement actuel de la chaîne de Saint-Antoine, ne s'étendait pas jusqu'au Bézou.

La petite carte ci-jointe (fig. 1), montre la constitution de la vallée du Bézou; elle est destinée à remplacer la figure 8 de ma première note (*Bull.*, t. XVII, pl. 8) que mes nouvelles observations m'ont amené à modifier.

II. STRUCTURE DE LA VALLÉE DU BÉZOU.

J'ai indiqué, dans ma note à la Société, l'existence d'une faille très importante partant du pic de Bugarach vers Lauzadel, pour se continuer jusqu'à la vallée de l'Aude, en passant au nord du Bézou

et au village même de Saint-Ferriol. M. Roussel avait figuré, au contraire, une succession régulière des deux côtés de la vallée du Bézu qui aurait été creusée dans un anticlinal (1); il admettait seulement l'existence d'une faille plus à l'ouest, vers Saint-Ferriol et Granes. Dans sa nouvelle note, notre confrère se sépare encore plus de moi, car non seulement il persiste à croire qu'il n'y a pas de faille vers le Bézu, mais il dit de plus qu'en s'avancant vers l'ouest, la disposition qu'il avait cru pouvoir attribuer à un accident de ce genre, est due à une transgressivité qui se voit depuis Nebias jusqu'à la ferme de la Jacotte; de ce dernier point à Cugurou, la succession est régulière.

L'hypothèse nouvelle de M. Roussel me paraît tellement contraire à tous les faits connus que je ne crois pas utile de la réfuter longuement. Personne ne pensera que le relief actuel pouvait exister déjà à l'époque crétacée, ni que les crêtes qui se poursuivent maintenant de Bugarach à Nebias, et au delà, par Belesta, dans l'Ariège, formaient une falaise battue successivement par les flots des divers mers et lacs qui se sont succédé pendant le Crétacé supérieur et l'Eocène. Pour faire admettre une idée aussi contraire aux études faites jusqu'à ce jour, il faudrait de bien forts arguments que je cherche en vain dans les travaux de notre confrère.

D'ailleurs sa théorie ne s'applique pas seulement au point qui nous occupe actuellement : dans une communication faite à la dernière séance et non encore imprimée, M. Roussel a tenté d'expliquer de même certains faits singuliers qu'il a reconnus dans le Paléozoïque de l'Ariège. Je ne crois pas me tromper en disant que l'hypothèse qu'il proposait n'a rencontré que bien peu de faveur parmi les géologues qui l'écoutaient.

Quoi qu'il en soit, je persiste absolument à croire qu'il existe, au nord de la vallée du Bézu, une faille des plus remarquables; partant du pied sud du pic de Bugarach, où elle se sépare de la faille de Saint-Louis, la faille de Saint-Ferriol se continue avec la plus grande netteté, formant presque toujours une falaise, non seulement jusqu'à la vallée de l'Aude, comme je l'avais d'abord indiqué, mais bien au-delà.

J'ai reconnu, en effet, dans mes nouvelles courses, que cette cassure se poursuit jusqu'à Belesta, et qu'en ce point, elle se bifurque pour continuer au N. O. vers Lavelanet et Foix, et à l'ouest vers Monségur. Il est impossible, à mon avis, de voir un exemple plus typique de faille; la lèvre nord est successivement constituée

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 601.

par les marnes à Micrasters, le grès d'Alet, les marnes garumniennes inférieures, le calcaire lithographique, les marnes garumniennes supérieures, le calcaire à Miliolos, les marnes rouges tertiaires, c'est-à-dire par toute la série du Crétacé supérieur et du Tertiaire inférieur, tandis que la lèvre méridionale présente dans la majeure partie de son trajet du Crétacé inférieur, les couches cénomaniennes ou plus récentes ne se montrant que dans la partie orientale.

Je ne prétends pas cependant qu'il n'y ait pas de pli anticlinal à l'est : bien au contraire, je l'ai indiqué moi-même à Tricoire, où le Cénomaniens se montre au nord et au sud de la vallée (*Bull.*, t. XVII, pl. 8, fig. 5). Vers Cugurou, il est encore plus visible, mais ce que je crois pouvoir soutenir, c'est que ce pli ne remplace aucunement la faille que j'ai signalée, et qui, je le répète, a une existence bien réelle et une importance considérable (Voir fig. 4).

J'ajouterai que je connais le banc à Actéonelles du ruisseau de Lauzadel (appelé à tort la Blanque par M. Roussel), mais sa présence n'empêche pas l'existence de la faille en ce point. En effet, dans le lit même du ruisseau et sur sa rive orientale, on peut encore voir très nettement les calcaires du Turonien qui supportent une bergerie, buter contre les marnes sénoniennes.

III. POSITION DE LA FAILLE AU HAMEAU DU BÉZU.

M. Roussel critique particulièrement la position que j'ai donnée à la faille au nord du hameau du Bézu; il déclare avoir trouvé vers Cayrol, dans le rocher coté 689 sur la carte de l'État-Major, des fossiles sénoniens; et dans le calcaire qui se trouve plus à l'ouest, au-delà de la route et du ruisseau, de nombreux hippurites et autres rudistes.

J'ai cherché en vain des fossiles caractéristiques dans les deux rochers dont il s'agit, et comme, précisément en ce point, la faille n'est pas marquée par une crête, il est possible qu'elle doive être rejetée un peu au sud. Mais en supposant qu'il en fût ainsi et que la cassure passât au sud du hameau, il serait difficile de comprendre comment des calcaires à Hippurites pourraient se trouver en ce point au contact du grès d'Alet; il serait à désirer que M. Roussel fit étudier les fossiles recueillis dans cette localité, pour savoir à quel niveau ils appartiennent. Jusqu'à ce que cette étude ait eu lieu, la question est réservée, mais elle n'a, en somme, qu'une importance toute locale, et ne modifie nullement la structure générale de la région telle que je l'ai indiquée.

IV. EXISTENCE DES PHÉNOMÈNES DE RECOUVREMENT.

L'objet principal du travail que j'ai inséré dans le Bulletin de la Carte, était d'expliquer la présence, au pic de Bugarach, de couches que la disposition générale du pays ne permettait pas d'y attendre. J'ai dit que le pic est formé de couches jurassiques et crétacées inférieures reposant par faille horizontale sur les marnes sénoniennes, et j'ai donné de nombreuses raisons à l'appui de cette opinion.

Je n'ai pourtant pas convaincu M. Roussel, qui persiste dans sa première manière de voir ; pour lui, le pic de Bugarach est constitué par une dolomie primaire, et les couches, inclinées au sud, se suivent avec régularité jusqu'à la vallée de Caudiès, du Dévonien à l'Albien, en passant par tous les termes intermédiaires, Permo-Carbonifère, Trias, Lias inférieur, moyen, supérieur, Jurassique moyen, Jurassique supérieur, Néocomien, Urgonien, Aptien. Quant au calcaire blanc montant presque jusqu'au sommet du pic sur le versant nord, ce serait non pas de l'Urgonien comme je l'ai indiqué, mais du Maestrichtien ; les Orbitolines coniques que l'on y recueille n'auraient aucune signification, on les trouverait à tous les niveaux du Crétacé.

Enfin la présence de ce cap primaire au milieu du Sénonien s'expliquerait, d'après la théorie générale de ce géologue, par la transgressivité. Les marnes bleues ne passeraient pas sous le pic, mais le contourneraient sans faille ; ce serait une ligne d'ancien rivage. « Il peut se faire, dit-il, que, dans certains points, la dolomie soit en » surplomb sur les marnes, car, pendant qu'elles se formaient, le » pic servait de falaise et la mer sénonienne a dû le fouiller forte- » ment... La masse principale du pic plonge donc sous le Trias et » le Jurassique. »

On voit qu'il existe une divergence d'opinions sur deux points importants entre M. Roussel et moi, en ce qui concerne le pic de Bugarach ; le premier est l'âge des dolomies et des calcaires blancs, le deuxième la position relative de ces couches et des marnes sénoniennes.

Examinons d'abord le premier point. Les dolomies primaires et jurassiques de la région sont tellement semblables qu'elles ne peuvent être distinguées par un examen pétrographique ; il faut donc s'appuyer sur d'autres considérations, et, comme elles ne renferment aucun fossile, la paléontologie ne peut davantage nous éclairer sur leur âge. M. Roussel s'appuie, pour les regarder comme pri-

maires, sur leur puissance qui dépasse mille mètres, tandis que les dolomies jurassiques de la chaîne de Saint-Antoine n'ont pas plus de 60 mètres d'épaisseur; les dolomies primaires, dit-il, peuvent seules atteindre une pareille importance dans les Pyrénées.

Je ferai remarquer d'abord que la dolomie jurassique a une puissance bien plus forte que M. Roussel ne l'indique. Mais fût-elle même de 60 mètres seulement, ce ne serait pas une raison pour ne pas lui attribuer la dolomie du pic qui a subi de tels plissements que son épaisseur apparente ne peut être prise en considération.

Quant aux calcaires blancs du nord, ce sont bien des calcaires urgoniens; j'y ai recueilli non seulement des Orbitolines, mais encore *Ostrea aquila* et d'autres fossiles qui ne laissent aucun doute sur ce point. D'ailleurs, pour admettre l'existence d'Orbitolines coniques dans le Maestrichtien, il faudrait des preuves tirées de localités où la coupe est nette et régulière, et ces preuves n'ont été données ni par M. Roussel ni par aucun autre géologue.

Sur le deuxième point, je n'ai pas de nouveaux arguments à donner en faveur de mon opinion; je me borne à renvoyer à ma note précédente; mais je vais chercher à montrer que l'hypothèse de M. Roussel ne rendant pas compte des faits observés, l'explication que j'ai proposée reste la seule admissible.

En se reportant à la petite carte de mon précédent mémoire (1), on voit que le pic de Bugarach s'avance au milieu des marnes sénoniennes en formant une sorte de presqu'île entourée de tous côtés par le Crétacé supérieur. M. Roussel déclare que cette disposition existait déjà au moment du dépôt des marnes et que le pic de Bugarach était battu par les îlots de la mer crétacée sur tout son pourtour.

J'ai déjà fait remarquer combien cette idée était peu acceptable d'une façon générale; supposer que le relief actuel existait au moment du dépôt du Crétacé, ce serait détruire tout ce qui est admis jusqu'à ce jour sur l'âge du soulèvement des Pyrénées; mais au point de vue spécial qui nous occupe actuellement, l'hypothèse de M. Roussel ne pourrait être soutenue que s'il nous montrait des traces de rivage autour du pic de Bugarach; la mer battant le pied d'une pareille falaise, aurait détaché et roulé des blocs, formé des galets. Or il n'y a aucune trace de dépôts littoraux, les marnes à *Micrasters* sont le résultat d'une sédimentation tranquille qui s'est effectuée évidemment sous une certaine profondeur d'eau et loin du rivage. Supposer que les Pyrénées n'ont pas été couvertes entièrement par les eaux sénoniennes et que le lambeau d'Amélie-les-

(1) *Bull. Serv. Carte Géol.*, n° 3.

Bains et les deux bandes qui suivent les versants nord et sud de ces montagnes se sont déposés dans des golfes isolés les uns des autres, dans d'immenses fiords, c'est une conception qu'aucun fait n'autorise à soutenir.

Je persiste par suite absolument dans ma manière de voir au sujet de la disposition des couches qui composent le pic de Bugarach, car je ne vois aucune autre explication possible des faits constatés.

Avant de terminer ce qui a trait au pic, je ferai remarquer que c'est par inadvertance que M. Roussel dit que j'ai attribué au Sénonien les argiles rouges de Campeau au sud du pic; je les ai au contraire rapportées au Trias dans ma note de 1889. Il suffit, pour s'en assurer, de se reporter à la carte qui y est jointe.

Il me reste maintenant à parler des autres lambeaux de recouvrement que j'ai cru devoir indiquer plus à l'est.

Je ne suivrai pas M. Roussel dans les développements qu'il donne à l'étude des environs de Lauzadel, Saint-Louis, Parahou-le-Grand, qui ne présentent rien d'anormal. Quant au pic de Chalabre, aux rochers de Camps, de Cubières et de Peyrepertuse, ils seraient tous sénoniens; M. Roussel affirme avoir trouvé des Hippurites dans les rochers de Camps et de Cubières, et des Caprinules énormes à Peyrepertuse: il en conclut que tous les calcaires des Corbières, qui se présentent sous forme de buttes dans le Sénonien et le Maestrichtien, appartiennent à ces terrains: ils ont des Orbitolines très coniques et, en outre, des Hippurites, des Caprinules, qui se retrouvent dans les marnes du même âge à Saint-Louis.

Pour le lambeau de Peyrepertuse, mes nouvelles courses me font penser que mon contradicteur a probablement raison, et que le calcaire qui couronne la longue montagne située entre Rouffiach et Duillac, pourrait bien être sénonien, contrairement à ce que j'avais cru d'abord; il n'y aurait là que des phénomènes de plissement sans succession anormale. Je reviendrai sur ce sujet après une nouvelle course que je compte faire prochainement, mais je ferai remarquer que je n'ai pas signalé d'Orbitolines dans cette localité.

Quant aux calcaires de Chalabre, de Camps et de Cubières, je persiste à croire que ce sont bien des lambeaux de recouvrement urgoniens; certes, il existe des Hippurites auprès de ces rochers, c'est même *contre* celui de Cubières que se trouve le principal gisement de l'*Hippurites corbaricus*, mais je n'en ai jamais rencontré dans les calcaires eux-mêmes. Néanmoins, en présence des affirmations si nettes de M. Roussel, je me propose d'aller visiter

à nouveau ces rochers, et, si je me suis trompé, je n'hésiterai pas à le déclarer.

Je dois pourtant signaler dès à présent, dans le travail de notre confrère, un point qui me semble bien singulier, car il vient détruire la succession connue dans toute l'Europe pour les faunes crétacées. Mes observations ne m'ont rien montré de semblable dans les Corbières.

M. Roussel déclare, en effet, que les Réquiénies, les Hippurites et les Orbitolines coniques se trouvent réunies dans les mêmes couches au sommet du Sénonien; ce serait là un fait tellement extraordinaire, que j'attendrai, pour l'admettre, des preuves plus convaincantes et l'étude complète des fossiles recueillis.

V. VALLÉE DE LA SOURCE SALÉE.

M. Roussel donne une nouvelle coupe de la source salée différant absolument de celle qu'il figurait en 1887 (*Bull.*, 3^e série, t. XV, Pl. XXII, fig. 32), aussi bien que de celle que j'ai présentée à la séance du 20 avril dernier et qui n'est pas encore publiée. J'en ai déjà dit quelques mots ci-dessus en traitant la question du Trias, mais je crois nécessaire de donner ici quelques explications complémentaires.

M. Roussel, adoptant maintenant l'idée de M. Viguier, pense qu'il existe, au point le plus bas de la vallée, du Permo-Carbonifère composé de schistes noirs et de poudingues; en l'absence de tout fossile, je n'ai pas cru devoir adopter cette opinion uniquement d'après la couleur, le Trias n'étant pas nécessairement rouge ou bigarré. Néanmoins je ne repousse pas d'une manière absolue l'existence du Permo-Carbonifère dans cette localité: j'attends seulement que la découverte de fossiles vienne la démontrer. L'affleurement de ces couches sombres est d'ailleurs très restreint.

Le Trias, venant au-dessus, ne comprendrait que quelques grès graveleux, puis le Jurassique serait représenté par une dolomie de 1 à 2 mètres d'épaisseur, et le Cénomaniien par des marnes rouges et vertes avec gypse et quartz.

Cette dernière attribution est inacceptable, comme je l'ai déjà dit plus haut, puisque, en suivant les argiles rouges à l'Est, on les voit très nettement passer sous le Jurassique; elles sont d'ailleurs absolument identiques à celles de Campeau et de Montgaillard, que M. Roussel rapporte sans hésitation au Trias. Je ferai remarquer en outre que la dolomie, qui représente le Jurassique pour M. Roussel,

semble être la même qui, pour M. Jacquot, a tant d'importance pour l'attribution au Trias de l'ensemble des couches de la Sals.

Au-dessus, M. Roussel rapporte au Cénomaniens moyen un calcaire où il déclare avoir rencontré à la fois *Requienia carinata* d'Orb., *R. carentonensis* d'Orb., *Horiopleura Lamberti* Mun.-Chalmas, *Caprinula Roissyi* d'Orb., *Orbitolina concava*, etc.

La simple lecture de cette liste montre que M. Roussel a confondu deux assises de calcaires qui sont directement superposées mais absolument distinctes, et séparées dans le temps par un long intervalle. Le premier est le calcaire urgonien à Réquiéniens et *Horiopleura*, le second est le calcaire cénomaniens à Caprinules et *Orbitolina concava*; ces deux assises que j'ai séparées aussi bien dans ma note de 1888 que dans celle que j'ai présentée à l'une des dernières séances, se distinguent très facilement, sans parler de leur faune, par leur coloration et leur texture.

Comme l'Urgonien ne forme pas une couche continue mais disparaît au contraire à peu de distance, ce mélange de faunes cesse également; M. Roussel dit, en effet, ceci (p. 195): « Cette importante » couche existe partout entre Sougraigne et Padern, et reste caractérisée de la même manière, avec cette différence que les Réquiéniens disparaissent le plus souvent, de sorte que les Caprinules restent seules. »

Je crois être certain que le mélange indiqué par M. Roussel n'existe pas, que l'Urgonien et le Cénomaniens sont parfaitement distincts et bien caractérisés tous deux; il y a donc là une preuve directe que les couches rouges ne peuvent être rapportées au Cénomaniens inférieur, puisqu'elles sont recouvertes par l'Urgonien.

Enfin, il me reste à faire une observation au point de vue tectonique. M. Roussel n'admet pas de faille à la source de la Sals; il y aurait là, comme au Bézu, un pli anticlinal régulier présentant les mêmes couches sur ses deux versants, le versant nord étant seulement plus fortement incliné que l'autre.

Il suffit de se reporter à la figure 7 de ma note (1) pour voir que la coupe de M. Roussel est inadmissible et qu'il y a évidemment une faille à la limite nord de la vallée. On voit en effet que les marnes rouges N° 1, que je rapporte actuellement au Trias, sont successivement en contact, en allant de l'est à l'ouest, avec le Cénomaniens, le Turonien, et le Sénonien.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. 17, Pl. VIII.

NOTE SUR LES TERRAINS PRIMAIRES DE MÉRENS (1)

par M. **Joseph ROUSSEL**

Dans les gneiss de la partie supérieure du bassin de l'Ariège sont enclavés des terrains anciens, connus sous le nom de schistes et de calcaires de Mérens, dont l'âge et la position étrange ont vivement préoccupé les géologues. Seignette et M. Garrigou les avaient déjà attribués au Cristallophyllien, et MM. Mussy et Caralp au Silurien, lorsque j'ai constaté, en étudiant la transgressivité, que tous les étages du Primaire y sont représentés, et je n'ai pas tardé à y découvrir des fossiles.

Les coupes 1, 2, 3, 4, 5, 6, représentent l'allure des couches dans la région où ils se développent.

A Mérens (fig. 1), dans les gneiss C₂, sont quelques schistes du Silurien supérieur, S₃, et des calcaires, avec schistes, du Dévonien D. Du côté sud, à la suite des gneiss, on retrouve, à l'Hospitalet, les schistes et les calcaires dévoniens S₁, S₂, S₃, D, dont il faut aller chercher les étages supérieurs au delà du point où s'arrête le profil 1. Du côté nord, en des lieux que ce profil ne traverse pas, existent les mêmes formations S₁, S₂, S₃, D.

Lorsqu'on suit les couches à l'est de la vallée de l'Ariège, on remarque que les schistes D, du Primaire de Mérens, se transforment complètement en calcaires et que, sous les schistes S₃, apparaissent successivement ceux du Silurien moyen, S₂, et du Silurien inférieur, S₁. L'épaisseur de ces schistes augmente de telle sorte qu'à l'étang de Naguille (fig. 2), ils ont plus de mille mètres de puissance. Enfin, sur la rive droite de l'Oriège, ils se raccordent, par grandes masses, avec ceux de l'Hospitalet (fig. 3). Au delà, dans la rivière de Galbe, à la partie supérieure des schistes S₂, j'ai recueilli un certain nombre de fossiles, parmi lesquels M. Barrois a reconnu :

Orthis actoniæ. — *Orthis testidunaria*? — *Orthis vespertilio*? — *Leptena sericea*. — *Echinosphærites* sp. — *Polypora* sp.

Au-dessus de cette assise viennent les schistes carburés du Silurien supérieur, S₃, avec calcaires à *Orthoceras* et à *Scyphocrinus elegans*. A la suite sont les calcaires du Dévonien D, et, à la Pélade (fig. 4), on trouve des schistes qu'on peut attribuer au Carbonifère P_c.

A l'ouest de la vallée de l'Ariège, on observe des faits analogues : les schistes de Mérens et ceux de l'Hospitalet tendent à se raccorder en s'avancant alternativement, sous forme de flèches, jusqu'à la

(1) Communication faite dans la Séance du 23 Mai 1891. — Manuscrit parvenu au Secrétariat le 10 Juin 1891.

ligne du faite des Pyrénées; enfin, le raccordement s'effectue à partir du pic de Serrère (fig. 6).

Les couches du Primaire de Mérens sont partout disposées de telle sorte que les plus récentes sont juxtaposées au gneiss, du côté nord, et les plus anciennes, du côté sud; ce qui montre qu'elles sont transgressives. Nulle part, en levant les coupes transversales, on ne retrouve deux fois ces mêmes assises; ce qui prouve qu'on n'a pas affaire à un pli synclinal.

Les strates s'enfoncent dans le Cristalloyphyllien au point de descendre, à Mérens, jusqu'au fond de la vallée de l'Ariège. En bien des lieux, cependant, les gneiss apparaissent au-dessous des schistes S ou des calcaires D.

Les couches sont, le plus souvent, aussi redressées que celles du gneiss dans lequel elles sont enclavées, et quelquefois davantage.

Au nord de la formation principale existent, en divers points (fig. 2 et fig. 6), des lambeaux de schistes et de calcaires qui en font évidemment partie, et sont disposés, sous forme de toit, sur la tête des gneiss.

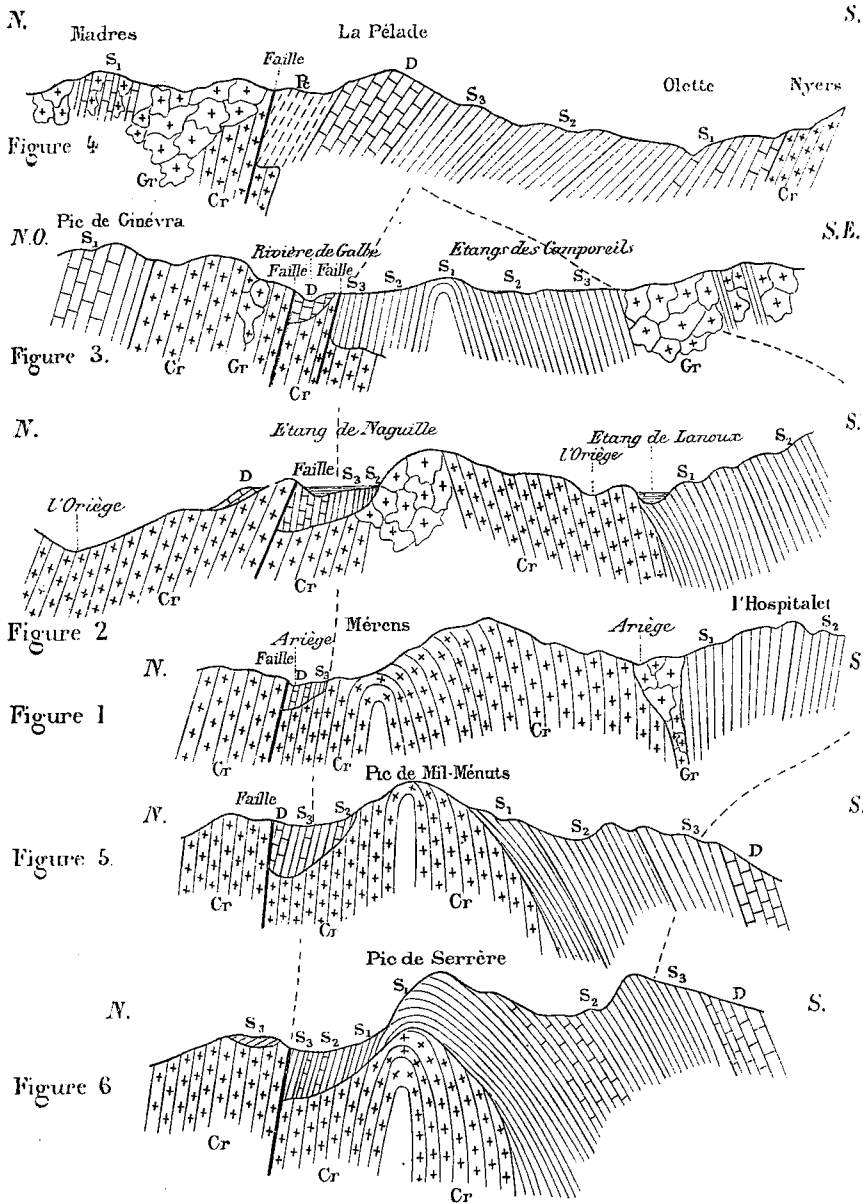
Presque partout, les schistes et les calcaires sont surchargés de mica, de quartz et de feldspath, de telle sorte que MM. Garrigou et Seignette les ont rangés parmi les formations primitives. A l'étang de Naguille, je les ai vus passer à l'arkose, et, à la montée de la Pélade, au grès et au poudingue siliceux. Tout cela prouve qu'ils se sont formés dans le voisinage du gneiss. Du reste, dans plusieurs massifs montagneux adjacents, les poudingues et les brèches abondent dans le Silurien inférieur, le Dévonien et le Carbonifère. Donc, pendant la formation du Primaire de Mérens, il existait, dans la région, des terrains émergés.

Ces observations permettent de se rendre compte de la position des schistes et des calcaires au milieu des gneiss.

Dès le commencement des temps primaires, il s'est formé, dans les Pyrénées, une grande ride, dont l'aile sud devait être refoulée d'une manière continue, puisque les terrains paléozoïques s'y recouvrent les uns les autres transgressivement. Il en est résulté la formation du pli anticlinal que j'ai représenté dans la figure 7, et qui n'est autre chose que la reproduction de ce qu'on observe encore, aujourd'hui, dans la chaîne, en de nombreux points.

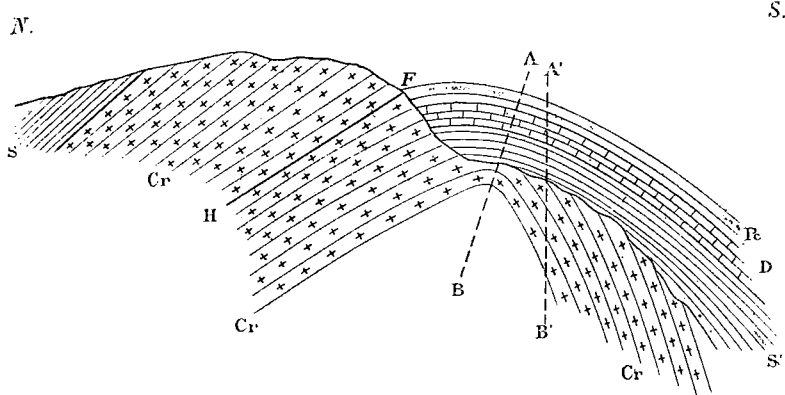
Plus tard, des refoulements énergiques ont agi, au contraire, du nord au sud, et ont eu pour effet de redresser verticalement les couches et de déplacer plus ou moins, de A B en A' B', par exemple (fig. 7), le plan axial de la voûte anticlinale, de sorte qu'une partie des schistes et des calcaires transgressifs de l'aile sud sont passés dans l'aile nord.

En outre, les gneiss disposés au-dessous du plan F H (fig. 7), ont été maintenus en place par les schistes arc-boutés contre eux, tandis que les gneiss situés au-dessus de ce plan ont pu glisser librement; il s'est donc produit une faille longitudinale parallèle aux couches, de sorte que les terrains primaires, pincés dans l'aile



nord, ont été enclavés dans les gneiss, et d'autant plus que le rejet produit par la faille a été plus grand.

Fig. 7.



Du reste, la rupture n'a pas eu lieu partout au point où se terminaient les strates primaires; car, quelques-unes de celles-ci ont glissé sur la tête des gneiss où elles existent encore sous forme de toit (fig. 2 et fig. 6). Dans certains cas, le gneiss s'est même interposé dans ces strates et semble alterner avec elles (fig. 3).

Au moyen de ces inductions, qui sont la conséquence immédiate des faits observés, on peut aisément se rendre compte de l'allure des couches.

Au pic de Serrère (fig. 6), on retrouve la voûte des schistes qui coiffe le Cristallophyllien de l'aile sud du pli anticlinal. Là, je n'ai pas aperçu les calcaires dévoniens de l'aile nord de la voûte, parce qu'ils ont été emportés, sans doute, par dénudation. Quelques lambeaux de schistes sont restés sur la tête des gneiss.

A l'est du pic de Serrère, dans le lieu des coupes 5, 1, 2, la clef de voûte a été emportée, et le jambage nord, enclavé dans le Cristallophyllien, constitue le Primaire de Mérens. A l'étang de Naguille (fig. 2), on retrouve un lambeau de calcaire sur la tête des gneiss.

Aux étangs des Camporeils (fig. 3), les schistes se raccordent de nouveau, et, sous les calcaires D de l'aile nord, affleure le gneiss.

A la Pélade (fig. 4), les couches transgressives n'ont pas été ployées et s'adossent aux terrains primitifs du massif du Canigou.

C'est ainsi qu'on peut s'expliquer l'interposition, dans le Cristallophyllien, des schistes et des calcaires de Mérens.

Ceux-ci, en résumé, sont des terrains primaires transgressifs qui se sont enclavés dans le gneiss par suite de la rupture et du refoulement du pli anticlinal dont ils font partie.

NOTE SUR TROIS NOUVELLES BÉLEMNITES SÉNONIENNES (1)

par M. **Charles JANET**

(Pl. XIV).

Une Bélemnite de forme très massive se rapprochant beaucoup de l'*Actinocamax subventricosus* Wahlenberg, a été recueillie il y a quelques années par le frère Alfrid dans la craie à *Marsupites* des environs de Beauvais.

Il était indispensable d'avoir de nouveaux exemplaires pour décider si c'était une simple variété de l'*A. subventricosus* qui serait ainsi descendu à un niveau sensiblement inférieur à celui où il a été trouvé jusqu'ici ou s'il y avait lieu de créer une nouvelle espèce.

Nous avons maintenant, outre plusieurs fragments, trois bons échantillons, et après les avoir comparés attentivement avec les nombreux exemplaires d'*A. subventricosus* recueillis par M. Hébert et gracieusement mis à notre disposition par M. Munier-Chalmas, nous n'avons pas hésité à en faire une espèce nouvelle que nous avons appelée *Actinocamax Grossouvrei*.

Une Bélemnite recueillie par M. Toucas à la Bastie, près Camps, se rapproche beaucoup de la forme précédente. Malgré cette ressemblance nous avons cru devoir l'en séparer et nous l'avons décrite sous le nom d'*Actinocamax Toucasi*.

La troisième espèce, *Actinocamax Alfridi*, recueillie par le frère Alfrid dans la craie à Bélemnitelles de Notre-Dame-du-Thil, près Beauvais, ne ressemble à aucune des espèces de la Craie décrites jusqu'ici.

ACTINOCAMAX GROSSOUVREI Ch. Janet

(Pl. XIV, fig. 1, 2, 3).

Rostre assez massif, fortement aplati. Vu de face, il présente sa largeur maximum à peu près aux trois quarts de sa longueur, à partir de l'extrémité antérieure. De ce point, jusqu'à son extrémité alvéolaire, il s'atténue légèrement et régulièrement et du côté opposé il forme une pointe ovoïde. Ces caractères sont ceux de l'échantillon le plus avancé dans son développement parmi ceux que nous possédons.

Dans les stades très jeunes la section transversale est, ainsi que

(1) Note présentée dans la Séance du 8 Juin 1891.

le montrent les cassures, tout à fait circulaire. Par suite de l'accroissement, cette section prend une forme de plus en plus aplatie. Arrivé à un degré d'accroissement moyen, le rostre, vu de face, présente un contour élancé et fusiforme. Le point de largeur maximum est situé, comme chez le rostre parvenu au terme de son développement, à peu près aux trois quarts de la longueur, mais à partir de ce point, il s'amincit beaucoup plus rapidement jusqu'au niveau de l'ovisac qui correspond au diamètre minimum. De ce point jusqu'aux bords de l'alvéole il s'élargit légèrement.

Aucun de nos échantillons ne présente de fente ventrale bien nette. Il n'y a qu'une petite échancrure du bord de l'alvéole prolongée ou non par un sillon très léger et très court.

Les sillons dorso-latéraux sont peu profonds, mais larges et nets, et se prolongent sur plus des trois quarts de la longueur du rostre.

L'alvéole n'est conservée que dans deux de nos échantillons. Sur l'un d'eux elle est médiocrement profonde et sa surface est rendue irrégulière par des arêtes rayonnantes. Sur l'autre elle est très lisse, sans stries rayonnantes ni couches concentriques, presque plane et plongeant brusquement en son centre de manière à former une cavité très étroite à peine évasée.

La surface de nos échantillons est lisse, sans aucune granulation, mais les couches superficielles ont été enlevées surtout à la partie inférieure du côté ventral et il en résulte que l'on voit apparaître près de l'extrémité la section très oblique des couches concentriques les plus voisines de l'axe apical. La base d'un polypier qui est restée fixée sur un de nos échantillons prouve que cette altération est ancienne et due sans doute à ce que, dans cette partie du rostre, comme dans le voisinage de l'alvéole, la calcification était moindre que dans les autres parties.

Cette altération a fait disparaître, si toutefois elle a jamais existé, la pointe mucronée, si nette chez *Belemnitella mucronata*, *Actinocamax quadratus* et *Actinocamax subventricosus*. Le peu d'échantillons dont nous disposons ne nous a pas permis de faire de section longitudinale pour déterminer la forme exacte de la pointe telle qu'elle existait chez l'animal vivant.

Notre description est faite sur trois échantillons.

Le premier (Fig. 1 a.b.c.), qui présente la forme la plus massive et se rapproche le plus d'*Actinocamax subventricosus* fait partie de la collection du frère Alfrid, qui l'a recueilli aux environs de Beauvais, dans la craie à *Marsupites*.

Le second (Fig. 2 a.b.c.) est plus jeune et d'une forme notable-

ment plus effilée. Il nous a été communiqué par M. Douvillé qui l'a extrait d'un bloc de craie magnésienne dure recueilli par M. Thomas dans la craie à Bélemnitelles de Margny-lès-Compiègne. Il fait partie de la collection de l'Ecole des Mines.

Le troisième (Fig. 3 a.b.c.) plus jeune et d'une forme encore plus effilée que le précédent fait partie de notre collection. Nous l'avons recueilli à Beauvais, au même niveau que le premier échantillon cité ci-dessus avec *Actinocamax verus* Miller et *Marsupites ornatus* Miller, c'est-à-dire à la partie supérieure de la craie à *Micraster cordanquinum*.

Voici les principales dimensions de ces trois échantillons.

	I	II	III
Longueur en millimètres.....	97?	97	91
Diamètre dorso-ventral dans la partie la plus renflée.	16	14	13
Id. transversal Id.	20	18	15
Diamètre dorso-ventral dans la partie la plus étroite à peu près au niveau de l'ovisac.....	14	8	8
Diamètre transversal dans la partie la plus étroite à peu près au niveau de l'ovisac.....	17	12	9

Rapports et différences. — Ce rostre ressemble beaucoup lorsqu'il a atteint tout son développement à celui d'*Actinocamax subventricosus* Wahlenberg. Il se rapproche surtout de la variété figurée par Moberg (*Cephalopoderna i Sveriges Kritsystem, Sveriges geologiska Undersökning, Stockholm, 1885, Pl. V, fig. 26*) sous le nom d'*Actinocamax mamillatus* Nilsson var. *ornatus* et de l'échantillon figuré sur la planche suivante (Pl. VI, fig. 4).

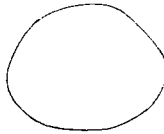
Il se distingue d'*Actinocamax subventricosus* par les caractères suivants :

1° La section de diamètre maximum est placée notablement plus bas que chez *A. subventricosus*.

2° L'aplatissement est sensiblement plus prononcé. Vers l'extrémité alvéolaire, le diamètre dorso-ventral est notablement plus petit que le diamètre transversal, tandis que chez *Actinocamax subventricosus*, ces deux diamètres sont sensiblement égaux. A l'extrémité inférieure, à taille égale, le rostre vu de côté est plus aigu et vu de face plus obtus que celui d'*A. subventricosus*, vu dans les mêmes positions.

Les figures ci-contre donnent la coupe transversale de l'*Actinocamax Grossouvrei* et de l'*Actinocamax Toucasi* que nous décrivons plus loin.

Fig. 1.

*Actinocamax Toucasi* Ch. Janet.

Section transversale dans la partie la plus renflée.
Individu figuré Pl. XIV, Fig. 4 a.b.c.

3° Le rostre, au moins chez les individus qui n'ont pas atteint leur entier développement, s'amincit beaucoup plus rapidement vers sa partie antérieure que celui d'*A. subventricosus*, dont la forme reste toujours beaucoup plus cylindrique.

4° Il y a, un peu au-dessous des bords de l'alvéole, à peu près au niveau de l'ovisac, un léger rétrécissement qui n'existe guère chez *A. subventricosus*.

5° La fente et le petit sillon qui lui fait suite, variables, mais toujours bien nets chez *A. subventricosus*, font ici presque entièrement défaut.

6° L'alvéole est moins profonde que chez *A. subventricosus*.

L'espèce que nous décrivons n'a de rapports étroits qu'avec *A. subventricosus*. Elle ne peut être confondue avec aucune autre espèce.

ACTINOCAMAX TOUCASI Ch. Janet

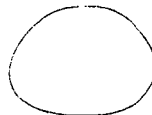
(Pl. XIV, fig. 4).

Nous n'avons à notre disposition qu'un seul échantillon de cette

Fig. 2.



Fig. 3.

*Actinocamax Grossouvrei* Ch. Janet.

Section transversale dans la partie la plus renflée (1).

Fig. 2. — Individu figuré Pl. XIV, Fig. 1 a.b.c.

Fig. 3. — Individu figuré Pl. XIV, Fig. 2 a.b.c.

(1) Ces profils, ainsi que les deux suivants, ont été obtenus en sectionnant des moulages en plâtre, que M. Munier-Chalmas a eu l'obligeance de faire exécuter au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

espèce et bien qu'il soit d'assez grande taille, il est probable qu'il n'a pas atteint son complet développement.

Cette espèce se rapproche notablement de la précédente, mais comme elle est beaucoup plus effilée du côté alvéolaire et relativement plus large dans sa partie la plus renflée, nous n'avons pu les réunir.

Ces différences mises à part, le reste de la description sera peu différent de la précédente.

Rostre très aplati, fusiforme, présentant, vu de face, sa plus grande largeur à peu près aux trois quarts, à partir de l'extrémité alvéolaire. Alvéole triangulaire arrondie, petite, médiocrement profonde et ne présentant qu'une très faible échancrure ventrale d'environ 1 millim. de longueur. Les sillons dorso-latéraux sont représentés par deux méplats larges et assez nets. La surface est lisse, mais il y a eu dissolution des couches superficielles, surtout à la partie inférieure de la face ventrale.

Dimensions principales :

Longueur du rostre.....	90
Partie la plus renflée.....	{ diamètre dorso-ventral.... 12 diamètre transversal..... 17
Partie la plus étroite à l'extrémité alvéolaire	
	{ diamètre dorso-ventral.... 5 diamètre transversal..... 6

L'unique échantillon dont nous disposons appartient à M. Toucas, qui l'a recueilli à la Bastide, près Camps, à un niveau qui correspond à la base des grès de Sougraigne (1).

ACTINOCAMAX ALFRIDI Ch. Janet

(Pl. XIV, fig. 5).

Rostre de forme très élancée. La section la plus large est située,

Fig. 4.



Actinocamax Alfridi Ch. Janet.

Section transversale dans la partie la plus renflée.

Individu figuré Pl. XIV, Fig. 5 a.b.c.

1) M. de Grossouvre a vu récemment dans la collection de M. Roussel des fragments de Bélemnites, qui paraissent bien se rapporter à la même espèce et qui proviennent de la partie supérieure des grès à *Hippurites dilatatus* très peu au-dessus des grès d'Alet (environs de Saint-Louis) (*note ajoutée pendant l'impression*).

autant que l'on peut en juger par l'état incomplet de l'unique échantillon que nous possédons, à peu près aux deux tiers de la longueur à partir de l'extrémité antérieure. A partir de cette section maximum qui est marquée très nettement, le rostre s'amincit légèrement en cône vers l'extrémité alvéolaire et en pointe conique assez aiguë vers la partie inférieure. L'extrémité de la pointe est brisée dans notre échantillon.

L'alvéole assez mal conservée présente une fente ventrale assez courte et laisse voir l'empreinte de l'ovisac ayant à peu près 1 millim. de diamètre.

Cette espèce se distingue nettement de toutes les autres espèces de la Craie et ne peut être confondue avec aucune d'elles.

L'échantillon unique que nous possédons a été recueilli par le frère Alfrid dans la craie à *Belemnitella quadrata* des environs de Beauvais. Il fait partie de notre collection.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV

Fig. 1. — *Actinocamax Grossouvrei* Ch. Janet. (Collection du frère Alfrid à Beauvais). Individu âgé.

a. Vu du côté dorsal.

b. Alvéole

c. Vu du côté droit.

Fig. 2. — *Actinocamax Grossouvrei* (Collection de l'Ecole des mines à Paris). Individu plus jeune que le précédent.

a. Vu du côté dorsal.

b. Alvéole.

c. Vu du côté droit.

Fig. 3. — *Actinocamax Grossouvrei* (Collection Charles Janet). Individu encore plus jeune que le précédent.

a. Vu du côté dorsal.

b. Alvéole.

c. Vu du côté droit.

Fig. 4. — *Actinocamax Toucasi* Ch. Janet (Collection Toucas).

a. Vu du côté dorsal.

b. Alvéole.

c. Vu du côté droit.

Fig. 5. — *Actinocamax Alfridi* Ch. Janet (Collection Ch. Janet).

a. Vu du côté dorsal.

b. Alvéole.

c. Vu du côté droit.

SUR LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR
DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES (1)

par M. STUART-MENTEATH

Sous le titre ci-dessus, M. J. Seunes (2) a reproduit dans le *Bulletin* les coupes bien connues des carrières de Gan et des falaises de Bidart. Dans la première, il n'y a rien de nouveau ; mais dans la seconde, M. Seunes a fait quelques modifications qui consistent à introduire plusieurs « failles » et un lambeau de Trias dans la coupe classique de M. Jacquot (3).

Au sud de la Chapelle Sainte-Madeleine, M. Seunes a dessiné une faille et il a ajouté une stratigraphie spéciale à l'appui de l'existence de cette faille. Cependant, la coupe de M. Jacquot est absolument exacte en représentant sur ce point une superposition régulière et en ne signalant aucun des accidents figurés par M. Seunes. Ce dernier a mal interprété un passage de ma note de 1881. J'avais dit, en parlant du conglomérat de Bidart : « Il y a donc là ou une faille, ou la preuve que le Flysch est postérieur au Sénonien de Bidart (4). » De ces deux hypothèses alternatives, la première n'est pas la bonne ; et il est fâcheux que M. Seunes l'ait convertie en fait d'observation. Le conglomérat n'est pas une preuve de l'existence d'une faille entre le Sénonien et le Flysch. Ce conglomérat est, en réalité, situé dans des fissures irrégulières et de forme lenticulaire qui existent dans l'intérieur de la masse du Sénonien. Ces fissures plongent normalement à la surface de contact du Sénonien avec le Flysch et sont remplies par les mêmes éléments qui composent les bancs clastiques de la base du Flysch. Ces couches clastiques se présentent non seulement à Bidart et à Caseville, de chaque côté du massif Sénonien de Bidart, mais encore le long de la côte à l'ouest. J'ai signalé dans ces conglomérats, à Ciboure, la présence de cailloux roulés pétris d'Orbitolines du Crétacé ; et, sur d'autres points, j'ai indiqué la présence

(1) Note présentée dans la séance du 8 juin 1891.

(2) Sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales. *B. S. G. F.*, t. XVI, p. 779.

(3) Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 1864.

(4) Géologie des Pyrénées de la Navarre, Guipuzcoa et Labourd. *B. S. G. F.*, t. IX, p. 304.

d'*Orbitolina concava* (Lamk.) dans des couches situées à la base du Flysch. M. Seunes a tiré la conclusion, erronée, que tout le Flysch est Cénomaniens. Même lorsqu'ils sont en place et déterminables spécifiquement, les échantillons isolés de ces foraminifères sont d'un faible secours.

M. Seunes a encore modifié la coupe de M. Jacquot, à Caseville, en se conformant à mon observation, citée par lui, que « la discordance de stratification disparaît à mesure qu'on s'approche de la faille supposée » ; mais en s'éloignant du point ainsi rectifié, il admet, comme du côté sud de Bidart, une disposition des couches qui ne représente pas la réalité, mais qui prête un appui fictif à l'hypothèse de la faille de Caseville. Cette faille hypothétique, introduite d'une façon parfaitement excusable dans la coupe de M. Jacquot, est représentée par M. Seunes sous forme de deux failles distinctes enfermant un lambeau de Trias. Ces détails reposent uniquement sur des vues théoriques émises par d'autres géologues. En ce qui concerne les faits d'observation, M. Jacquot a parfaitement constaté que le remplissage de la faille est formé des couches crétacées métamorphosées. J'ai ajouté des observations dans le même sens, et j'ai cité l'observation de M. Macpherson sur l'identité des foraminifères microscopiques composant les bandes de silex à l'intérieur et à l'extérieur de la prétendue faille. Mais pour en finir avec ce Trias imaginaire de Caseville, il convient d'ajouter que non seulement il diffère complètement du Trias, mais encore il est simplement un cas particulier d'un phénomène très caractéristique de la base du Flysch. La base du Flysch est habituellement composée de schistes noirs traversés par des lentilles irrégulières de calcite fibreuse, et au-dessus de ces schistes on trouve des bancs très fortement imprégnés de pyrite de fer. La décomposition de ces pyrites produit nécessairement, dans des circonstances favorables, une transformation des schistes noirs en marnes irisées (blanches, rouges, vertes et jaunes) et des lentilles de calcite en gypse fibreux. Dans des carrières, à l'ouest de Bidart, notamment celle de la Croix d'Ahetze, on voit de bons exemples de cette transformation. Les schistes, reposant presque horizontalement sur un fond de calcaire, sont transformés sur une épaisseur de deux à trois mètres en marnes irisées, avec lentilles de gypse de dix centimètres d'épaisseur, et présence de nombreux cristaux de fer oligiste développés sur place. Il n'y a ici ni faille ni ophite ; et, à Caseville, on a un autre exemple du même phénomène.

M. Seunes me reproche d'avoir nié l'existence des deux failles qu'il a imaginées à Caseville et il critique mon observation que le

Flysch, au nord de Caseville, paraît « en réalité reposer en concordance sur le Sénonien de Bidart. » Il dit (*loc. cit.*, page 787), « non seulement l'étude stratigraphique et lithologique des falaises de Bidart à Biarritz s'oppose à cette manière de voir, mais la Paléontologie nous donne la certitude que les argiles bariolées de la falaise de Caseville séparent deux termes bien différents », etc., etc.

Le Flysch au nord de Caseville n'est pas, comme M. Seunes le suppose, un lambeau isolé et dans une situation anormale. Ce Flysch occupe la situation normale et régulière qui le caractérise sur les deux tiers des Pyrénées occidentales.

Tout géologue qui profite de la coupe consciencieuse de M. Jacquot pour étudier les falaises de Bidart, se demandera dans quels parages vont reparaître ces couches remarquables du Sénonien de Caseville. La boussole à la main, il s'assurera de suite qu'il convient d'étudier la pointe Sainte-Anne, qui forme l'extrémité sud-ouest du département des Basses-Pyrénées, et la longue crête de la montagne d'Izquival, dont la masse imposante s'élève devant lui à une hauteur de 446 mètres au-dessus du niveau de la mer, et qui doit évidemment représenter la continuation de ces roches.

En effet, toute la pointe Sainte-Anne est composée du Sénonien de Bidart-Caseville reposant sur la base du Flysch, à schistes noirs avec lentilles de calcite fibreuse et lentilles du conglomérat qui attirent l'attention à Bidart. Cette bande sénonienne passe de là à Hendaye, et, par Fontarabie, Renteria et Pasages, occupe la vallée suivie par le chemin de fer jusqu'à Saint-Sébastien, et bien au-delà, toujours séparée de l'Océan par une grande masse montagneuse qui est formée par le Flysch du nord de Caseville. Ce Flysch s'élève de l'Océan, en forme anticlinale, et vers le sommet il devient presque horizontal, formant un escarpement de plus de trois cents mètres de hauteur au-dessus de la bande sénonienne qui en forme la base. A Saint-Sébastien, au pied sud de la montagne, qui s'appelle ici Ulia, j'ai trouvé une série d'*Ammonites* voisins d'*A. neubergicus* Schl., dont j'ai montré un échantillon, il y a quelques années, à M. Munier-Chalmas, qui l'a ainsi déterminé. Au sud de Pasages, j'ai trouvé en abondance les grands Inocérames de Bidart (jusqu'à 20 centimètres de diamètre). Tout doute paléontologique est impossible, et les relations lithologiques et stratigraphiques sont claires et concluantes.

Sur les deux tiers des Pyrénées occidentales, les relations de ces roches sont les mêmes. Non seulement il n'y a ni Trias, ni faille, ni discordance entre le Sénonien de Bidart et le Flysch qui lui est

clairement superposé depuis Fontarabie jusqu'à Saint-Sébastien, mais cet état de choses persiste depuis Saint-Sébastien jusqu'à l'Aragon, et, je pourrais encore ajouter, jusqu'à Olot en Catalogne. Le Sénonien de Bidart est surtout bien défini dans le nord de la Navarre. M. Hébert, dans son dernier travail sur les Pyrénées, a cité *Ammonites neubergicus*, *Micraster aturicus*, etc., provenant d'Oroz, au sud de Roncevaux, et que je lui avais soumis en 1887 (4). Je répète que toute discussion paléontologique est superflue en ce qui regarde les faits que je cite.

A Alsasua, on trouve la faune très complète, à faciès urgonien, que j'ai signalée à Laduch et Sainte Barbe d'Ustaritz, dans les Basses-Pyrénées. Au-dessus vient le calcaire cénomaniens à faune caractéristique. Immédiatement sur ce calcaire cénomaniens reposent les marnes à *Micraster* du Turonien et du Sénonien. Les mêmes relations persistent dans tout le nord de la Navarre. A Oroz, le calcaire cénomaniens a à peine 5 mètres d'épaisseur, et il est séparé du Trias par une mince couche de grès pétri de l'*Orbitolina concava* typique de Portugaleta. En haut, il passe *insensiblement* à des marnes qui présentent, à quelques mètres de leur base, une série d'*Ammonites neubergicus* Schl., associés à *Micraster Heberti*, *Micraster brevis*, *Micraster aturicus* et *Spondylus æqualis*, ainsi déterminés par MM. Hébert et Munier-Chalmas. Un peu plus haut, j'ai trouvé *Ananchytes ovata* Lamk. (variété *conoidea*), *Ananchytes gibba* Lamk., *Micraster coranguinum* Lamk., *Galerites albogalerus* Lamk., *Inoceramus Cripsii* Goldf., et les grands Inocérames de Bidart et de Pasages. Dans les environs, j'ai trouvé, sur le même horizon que les *A. neubergicus*, les formes de l'*Inoceramus labiatus* Brong. qui se trouvent habituellement dans les musées de Londres; et à Cilveti j'ai trouvé, quelques mètres au-dessus du Cénomaniens, l'*Inoceramus mytiloides* Mant. et l'*Inoceramus Brongniarti* Sby., identiques à ceux que j'ai ramassés dans un gisement classique près Goslar, et dans des roches entièrement semblables.

Le Sénonien, le Turonien et le Cénomaniens sont donc représentés, au sud de Roncevaux, par une épaisseur de cent mètres de calcaires et de marnes. Rien qui ressemble au Flysch n'existe au-dessous de ces roches. Le Trias forme la base, reposant en discordance complète sur le Dévonien supérieur bien caractérisé par des poly-piers très-abondants dont on retrouve les formes dans le Dévonien supérieur des Basses-Pyrénées. Mais au-dessus de l'horizon de Bidart reposent, en concordance et en superposition claire, plus

(1) B. S. G.F., t. XVI, p. 747.

de mille mètres de Flysch. M. Mallada, qui a continué mes recherches en Navarre avec une exactitude que j'ai pu reconnaître partout (1), a trouvé, vers la base de ce Flysch, des calcaires à *Ostrea vesicularis* Lamk., *Echinochorys vulgaris* Brey., *Micraster* et *Orbitolites*. Dans les parties plus élevées, il a trouvé en abondance *Alveolina ovoidea* Lamk. et des Nummulites. Telle est la disposition des terrains sur les deux tiers des Pyrénées occidentales.

M. Seunes a introduit une autre modification dans la coupe de M. Jacquot. Elle consiste dans la représentation de deux « failles » qui ne sont autre chose que des fissures insignifiantes, telles qu'il en existe par centaines dans le Crétacé supérieur. A l'échelle de la coupe, leur introduction sert seulement à appuyer l'idée fautive de l'existence d'une faille sérieuse à Caseville. M. Jacquot a certainement eu raison en les omettant.

M. Seunes dit que M. Jacquot ne savait pas que le calcaire rosé de Caseville existe *au sommet* de la falaise. Il suffira de comparer la coupe de M. Seunes avec celle de M. Jacquot pour voir que ce calcaire rosé au sommet de la falaise est indiqué de la même façon dans ces deux coupes.

En somme, dans le travail de M. Seunes il y a mélange de faits d'observation avec des spéculations théoriques qui ont été parfaitement distinguées par leurs auteurs respectifs. Le maintien rigoureux de cette distinction est la première condition de tout travail utile en géologie, et justifie l'usage, généralement adopté, de la citation des sources dans les travaux de seconde main.

(1) *Boletín de la Comision del Mapa Geologico de España*, 1882.

OBSERVATIONS SUR L'ALLURE DES COUCHES DANS
LES PYRÉNÉES FRANÇAISES (1)

par M. **Joseph ROUSSEL.**

Dans les Pyrénées, de même que dans la plupart des autres chaînes de montagnes, les couches se sont disposées en plis anticlinaux et en plis synclinaux. Mais la plupart de ces plis ont une forme qui s'écarte assez de celle qu'on se figure ordinairement, pour qu'on ne puisse les reconnaître à première vue.

On sait que les grandes rides sont dues à des refoulements horizontaux. Or, l'étude de la transgressivité permet de reconnaître que ces poussées, dans les Pyrénées, n'ont pas toujours agi dans le même sens. La première, dès le commencement des temps primaires, a refoulé les couches du sud au nord, produisant des plis dont le plan axial pendait au nord. La seconde a agi en sens inverse; son action s'est fait sentir dès le commencement de l'ère secondaire, et, dans le nord de la chaîne, cette action a été prépondérante. Dans la région orientale, une troisième poussée a refoulé les couches de l'est à l'ouest, modifiant de ce côté les plis formés par les deux autres.

Un fait important, que révèle l'étude des phénomènes de transgressivité, c'est que le refoulement s'est produit d'une manière continue (2). Il en est résulté ainsi des mouvements de grande amplitude qu'il ne faut pas confondre avec les grandes débâcles survenues à diverses époques.

Ces poussées persistantes ont eu pour effet de déplacer le plan axial des voûtes anticlinales; et si, pendant que ces mouvements avaient lieu, les deux ailes étaient partiellement immergées, dans l'une, les couches en voie de formation se sont recouvertes transgressivement, tandis que, dans le flanc opposé, elles sont en retraite les unes à la suite des autres.

De plus, dans le versant français des Pyrénées, la poussée du nord s'étant produite la dernière, le plan axial des plis anticlinaux, qui s'était d'abord déplacé vers le nord, a été, dans la suite, refoulé vers le midi, et certaines couches transgressives de l'aile sud sont

(1) Communication faite dans la séance du 25 mai 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 10 juin 1891.

(2) Voir les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 11 mai 1891.

passées dans l'aile opposée. Lorsque le plan axial n'a pas été déplacé, les couches soumises à la poussée se sont disposées en éventail, et les plus récentes ont été renversées.

Cela posé, voici la liste des principaux plis des Pyrénées françaises. Je les désignerai par les lettres de l'alphabet, en indiquant par des majuscules les plus importants, et par des minuscules ceux qui se sont formés par le ridement de l'un des flancs des premiers, dont ils sont, en quelque sorte, des apophyses.

Ride A. La ride *A* forme la ligne de faite des Pyrénées en un grand nombre de points, et les terrains cristallophylliens y affleurent dans toute la région centrale : c'est la plus importante et l'une des plus anciennes de toute la chaîne. Les couches y sont transgressives du côté sud et une partie de celles qui s'y étaient formées sont passées du côté opposé par l'effet de la poussée du nord, cette poussée ayant refoulé la voûte de manière à déplacer le plan axial.

Plis b et c. Les voûtes *b* et *c* se sont formées par le plissement des terrains primaires de l'aile nord de la ride *A*. Elles existent dans la région orientale, notamment sur les bords de l'Aude, disparaissent sur les bords de l'Ariège, reparaissent dans la vallée du Haut-Salat et se prolongent fort loin, au delà, formant la masse principale du relief des Pyrénées françaises.

Ride D. Le pli *D* est une très longue et très importante ride constituée, sur les bords de l'Ariège, par les hautes montagnes de Tabe et des Trois-Seigneurs. Le Cristallophyllien devait y affleurer primitivement dans toute la longueur de la chaîne ; mais au commencement de l'ère secondaire, époque de la formation des deux grands plis *b* et *c*, ce terrain a disparu partiellement sous les flots, et les terrains secondaires ont recouvert transgressivement les paléozoïques et les cristallophylliens. Ces derniers affleurent cependant encore depuis le pic de Soularac jusqu'au Salat, et depuis la Garonne jusqu'à la Neste. Ailleurs, ils ne forment que des îlots qui apparaissent çà et là sous la voûte des terrains secondaires.

La ride *D* s'est constituée sous l'influence de la poussée du sud, dont l'action s'est manifestée jusqu'à la fin de la période infra-crétacée. Et comme, dans la suite, les couches de la clef de voûte ont résisté au plissement, il en est résulté que les formations transgressives de son aile sud semblent appartenir et appartiennent, en effet, dans bien des cas, à l'aile nord des plis qui se dressent au sud de la ride *D* ; et, en outre, dans la montagne de Tabe, par exemple, les couches de l'aile nord de cette ride se sont disposées en éventail sous l'influence de la poussée septentrionale,

tandis que celles des terrains primaires supérieurs et des terrains secondaires inférieurs ont été recouvertes transgressivement par le Crétacé.

Ride E. La ride *E* est formée par la montagne du Prat d'Albis et se prolonge depuis les bords de l'Ariège jusqu'à ceux de la Garonne. Les terrains cristallophylliens y affleurent largement.

Plis e, f, g et h. Ce sont des plis formés par les terrains secondaires déposés dans les dépressions qui sont entre la ride *A* ou les plis *b* et *c*, du côté sud, et entre les rides *D* et *E*, du côté nord. Ils existent tous les quatre dans le bassin de Tarascon, où ils sont en partie masqués par une double faille survenue à la fin de la période infracrétacée. Le pli *e* correspond aux terrains secondaires de la région de Vicdessos et de l'étang de Lherz. Le plus important est le pli *h* qui se développe dans les bassins de Tarascon, de Massat, d'Alos, et va former, au delà, une haute montagne dont les points les plus remarquables sont les hauts sommets du Cagire et du Gar.

Plis i et j. Les deux plis *i* et *j* sont deux apophyses de la ride *D*. Ils commencent à l'est du pic de Soularac, se prolongent à travers la région de Belcaire et de Radome, se soudent de nouveau à la ride *D* et forment avec celle-ci un grand bombement dans la région du Clat et de Salvezines. Au delà, il ne reste que des lambeaux des formations secondaires appartenant à ces deux plis; mais à Estagel ces formations reparaissent. Là, les deux plis *D* et *j* changent de direction et vont former les montagnes d'Opoul, de Feuilla et de la Clape. L'aile nord du pli *i* a été presque partout recouverte par les dépôts de la mer cénomaniennne.

Plis k, l, m. Les trois plis *k, l, m*, de même que les deux précédents, sont des apophyses de la ride *D*. Le pli *k* forme la haute montagne de Lafrau et celle de Lesquerde, change de direction et va se souder au pli *j* dans les environs de Vingrau. Les plis *l* et *m* se prolongent depuis Montségur (Ariège) jusqu'au delà de Vingrau, où les deux rides se soudent au pli *j*. L'aile nord et, dans certains cas, une partie de l'aile sud de la voûte *m*, ont été recouvertes par les formations du Crétacé supérieur et de l'Eocène. Ce pli disparaît au pic de Bugarach. Or, au delà de ce point, et même un peu en deçà, l'aile nord du pli *l* a été démantelée, à son tour, par la mer du Crétacé et recouverte par les formations de cette mer.

Plis m, n et o. Le pli *m*, recouvert transgressivement au nord de la montagne de Tabé par le Crétacé supérieur, reparaît à l'ouest de la vallée de l'Ariège, et là, on trouve en outre les deux plis *n* et *o* qu'il faut considérer comme des apophyses de la ride *E*.

Ces trois plis disparaissent dans les environs de Rimont. L'aile

nord du pli *n* a été presque partout recouverte par les dépôts de la mer triasique.

Ride P. La ride *P* est le principal pli des Corbières. Dans la région centrale, il forme le Pech de Foix et quelques autres montagnes qui y font suite et qu'on peut suivre jusque sur la rive gauche de la Garonne. Le pli disparaît entre la vallée du Tonyre et celle de l'Aude; mais il reparaît sur les bords de la Blanque et forme la montagne de la Source salée et du Tauch, où affleurent les terrains primaires. Au delà du Tauch, la ride *P* change de direction et se prolonge jusqu'aux environs de Narbonne.

Pli q. Le pli *q* s'étend entre la vallée de l'Ariège et celle de l'Hers. Du côté sud ses formations crétacées ont recouvert transgressivement les formations primaires de l'apophyse *m* et une partie des secondaires de celles de l'aile nord de la ride *D*. Du côté nord, elles ont envahi aussi les formations triasiques et les jurassiques de la ride *P*, fortement démantelée.

Entre Villeneuve d'Olmes et Bélesta, le Crétacé de l'aile nord du pli *q* a été recouvert à son tour transgressivement par les formations du Garumnien et de l'Éocène.

Plis r, s. Ces deux plis se constituent sur les bords de l'Arize, aux dépens de la ride *P* et sont situés entre cette ride et le système des plis *E*. Le pli *p* disparaît bientôt, mais le pli *s* se prolonge jusqu'au delà du Salat.

Plis t et u. Ce sont deux apophyses de l'aile nord de la ride *P*. Elles ont été démantelées par la mer crétacée qui les a le plus souvent recouvertes de ses dépôts.

Plis V et X. Les deux plis *V* et *X* sont deux grandes rides dans lesquelles affleurent les terrains primaires du massif de Montoumet.

A l'extrémité orientale de ce massif, elles se raccordent partiellement avec la ride *P*; mais elles reparaissent dans les montagnes de Boutenac et de Fonfroide, et l'on peut suivre leurs formations secondaires jusque dans les Cévennes. Sur les bords de l'Ariège, ces deux plis n'existent point; mais on les retrouve sur les bords de l'Arize et de la Garonne, et ils se prolongent jusqu'à Aurignac et Saint-Marcet. Il convient d'y rattacher les formations crétacées de Gensac et de Mauléon, et, sans doute aussi, celles de Tercis. Dans l'aile nord du pli *X*, les couches du Garumnien et de l'Eocène se recouvrent souvent transgressivement; et, dans la région d'Aurignac, cette aile nord a été presque entièrement envahie par les formations de l'Oligocène.

Plis y et z. Les deux plis *y* et *z* forment les montagnes de Lagrasse

et celle d'Alaric, et, par un chaînon oblique, vont se rattacher à la Montagne Noire, dont elles ne sont que des apophyses.

Tels sont les plis qu'on peut observer dans les Pyrénées françaises.

Ceux de la région orientale offrent cette particularité que sous l'influence de la poussée de l'est, ils se sont infléchis vers le nord. Et, en outre, à partir d'une certaine ligne, les couches sont régressives de l'est à l'ouest, tandis qu'à l'orient de cette ligne, les terrains secondaires sont transgressifs.

La plupart de ces plis sont dissymétriques et le plan axial pend au sud.

Suivant une certaine ligne qui se confond, en un grand nombre de points, avec le cours de l'Ariège, on n'observe que les trois rides *A*, *E* et *P*.

Mais, suivant cette direction, les couches sont fortement redressées et même disposées en éventail, et ce n'est que là que le terrain cristallophyllien affleure largement. De part et d'autre de cette ligne, on retrouve le même nombre de plis.

En général, lorsque le nombre des plis augmente, la pente des couches diminue, et les terrains qui affleurent sont moins anciens.

Dans bien des cas, lorsqu'un pli disparaît, on le voit aussitôt remplacé par un autre.

La transgressivité joue dans les Pyrénées un rôle de premier ordre et ce n'est qu'en l'étudiant qu'on peut reconnaître sûrement les phénomènes de discordance.

La transgressivité permet, en outre, de se rendre compte des effets produits par les grandes débâcles survenues au commencement des périodes carbonifère, triasique, crétacée, maestrichtienne, garumnienne et oligocène. Or, toujours, à un soulèvement correspond un mouvement inverse; mais, généralement, la région émergée est plus grande que la région immergée.

Lorsqu'on suit les couches, on observe qu'elles changent fréquemment de direction. Ces changements ont été causés, le plus souvent, par l'apparition ou la disparition d'une ride, ou par l'intrusion, dans la série sédimentaire, d'une grande masse de granite.

La direction générale des plis est très sensiblement est-ouest, de sorte qu'ils traversent obliquement le versant français des Pyrénées, dont la direction est différente.

SUR LES ROCHES A LEUCITE DE TRÉBIZONDE (Asie Mineure)

par M. A. LACROIX (1).

Pendant l'été 1889, un de mes amis, M. Henri Martin, a bien voulu, au cours d'un voyage en Asie Mineure et dans le Caucase, me recueillir quelques échantillons de roches.

Les roches provenant de Trébizonde sont plus particulièrement intéressantes. J'y ai reconnu l'existence de la leucite et je les ai décrites sommairement l'an dernier (2). Depuis cette époque, grâce à l'obligeance de M. Bertrand, chancelier du consulat de France à Trébizonde, j'ai pu examiner un plus grand nombre d'échantillons dont l'étude fait l'objet de cette note.

Les renseignements géologiques que j'ai sur ces roches sont très insuffisants. D'après M. Henri Martin, elles constituent le sol de Trébizonde et des carrières sont ouvertes près du port à Gazel Hissar. Hommaire de Hell les désigne (3) sous le nom de *porphyre pyroxénique*; les indications géologiques qu'il donne sont reproduites par A. Viquesnel (4). Le porphyre pyroxénique formerait le mont Boz Tepéh, qui domine Trébizonde, ainsi que le bord de la mer. Il existerait du Nummulitique entre le village de Chilli (à l'ouest de Trébizonde) et la ville même de Trébizonde. Viquesnel ajoute (5) : « Les premières éruptions de ces roches (les porphyres pyroxéniques) paraissent être antérieures au Nummulitique; comme sur le littoral européen de la mer Noire, leurs débris sont intercalés dans les couches à Nummulites ».

D'autre part, dans le texte assez confus de la relation de voyage de Hommaire de Hell, cet auteur semble admettre l'existence d'autres roches éruptives (qu'il ne spécifie pas) postérieures à ces dépôts, renfermant des fragments de porphyre pyroxénique. Il y a donc lieu de faire des réserves au sujet de l'âge de ces roches à leucite, d'autant plus que l'étude des tufs leucitiques de Trébizonde m'a conduit à y découvrir des fragments de roches microlitiques

(1) Communication faite dans la séance du 22 Juin 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) *CR. Acad. Sc.*, t. CX. 1890.

(3) Hommaire de Hell. *Voyage en Turquie et en Perse*. Paris. E. Bertrand. IV. 1860.

(4) A. Viquesnel. Notice sur la collection des roches recueillies en Asie par feu Hommaire de Hell et sur les divers travaux exécutés pendant le cours de son voyage. *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. VII, p. 491. 1850.

(5) *Id.* p. 513.

exemptes de leucite, indiquant que dans la région il existait des roches volcaniques antérieurement à l'apparition des roches leucitiques.

P. de Tchihatcheff se borne à rappeler (1) les données des auteurs précédents. La carte jointe à son livre montre du Crétacé inférieur à l'ouest de Trébizonde, ainsi qu'une vaste nappe de porphyre pyroxénique se développant à l'est et surtout au sud de Trébizonde.

Il est à souhaiter que de nouvelles observations viennent éclairer la question intéressante de l'âge de ces roches.

D'après les échantillons que j'ai eus entre les mains, la roche de Trébizonde est une *leucotéphrite* accompagnée de tufs rappelant beaucoup le *peperino* de la Campagne Romaine. Quelques fragments de roches diverses s'y rencontrent; il faut parmi elles faire une place spéciale à une *leucitite*.

Leucotéphrite (2). — Cette roche est en général grise, âpre au toucher. A l'œil nu, on y distingue des cristaux de pyroxène atteignant parfois 1^{cm} (ce qui a valu à cette roche le nom de porphyre pyroxénique, par lequel les auteurs cités plus haut l'ont désignée), cristaux disséminés dans une pâte grise, au milieu de laquelle on distingue de petits cristaux globuleux blancs de *leucite*. Cette roche ressemble beaucoup à certaines laves du Vésuve. Elle renferme fréquemment des cavités irrégulières, sortes de soufflures, tapissées de cristaux rarement nets de *christianite*.

Examen microscopique. — L'examen microscopique permet de reconnaître les éléments suivants :

I. Apatite, magnétite, augite, leucite.

II. Feldspath triclinique, leucite, augite, magnétite, matière vitreuse.

III. Christianite.

L'*augite* se présente, comme on l'a vu plus haut, en grands cristaux très nombreux. Dans les lames minces, on reconnaît les formes qu'il est aisé d'étudier dans les cristaux isolés. Les cristaux

(1) Tchihatcheff, *Asie-Mineure*, 4^e partie, Géologie I, Paris, 1867, p. 263.

(2) J'emploie ici la nomenclature de MM. Fouqué et Michel Lévy. Ces savants divisent les roches à leucite en trois groupes, suivant qu'elles renferment du feldspath (monoclinique ou triclinique) à l'état microlitique ou n'en renferment pas. Ce sont les :

Leucitophyres (à orthose microlitique);

Leucotéphrites (à feldspath triclinique microlitique);

Leucitites (sans feldspath microlitique).

sont aplatis suivant h^1 (100) et allongés suivant la zone $h^1 g^1$ (100) (010). Ils présentent les formes m (110), h^1 (100), g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Ils sont très fréquemment zonés et offrent la structure en sablier. Les mâcles suivant h^1 (100) sont très abondantes ; on observe aussi de nombreux exemples de mâcles en croix suivant a^1 (101) et $d^1 d^{1/3} g^{1/2}$ ($\bar{1}22$). Indépendamment de ces mâcles, il existe des groupements sans loi déterminée, plusieurs individus aplatis suivant h^1 (100) se groupant en forme de rosette. Leur couleur est variable, souvent plus foncée à la périphérie qu'au centre. Ils sont plus ou moins polychroïques dans les teintes suivantes :

n_g = vert clair à jaune d'or,

n_m = vert pâle,

n_p = jaune clair à jaune d'or.

Cette coloration jaune que l'on observe fréquemment dans les pyroxènes des tufs leucitiques du Latium semble due à un phénomène d'oxydation postérieur à la consolidation de la roche. Tantôt il y a fusion insensible de la zone peu colorée dans la zone jaune foncée, tantôt, au contraire, la transition est brusque, ce qui indique une différence de composition du noyau central. Les angles d'extinction varient légèrement d'une zone à une autre.

L'augite renferme l'*apatite* et la *magnétite* à l'état d'inclusions. On observe en outre des inclusions vitreuses souvent allongées en forme de tubes qui sont disposés suivant les zones d'accroissement du cristal.

Quelques cristaux se sont montrés creusés de cavités curvilignes que remplit le magma de la roche. Ce sont des pyroxènes dont la cristallisation a dû débiter par un squelette se remplissant de l'extérieur à l'intérieur et dont le développement a été incomplet. Des faits de ce genre s'observent dans le pyroxène du peperino du Latium.

Les microlites d'augite sont presque incolores. Ils sont très allongés suivant la zone $h^1 g^1$ (100) (010) et deviennent parfois tellement petits (cristallites) qu'ils n'ont plus d'action sur la lumière polarisée.

La *leucite* est remarquablement fraîche et en général intacte. Les cristaux ont en moyenne un quart de millimètre ; leurs formes sont nettes, ce sont celles du trapézoèdre a^2 (211). Dans tous les échantillons que j'ai eus à ma disposition, la leucite était monoréfringente, ce n'est que dans la leucite des leucitites des tufs que j'ai rencontré les mâcles bien connues dans cette espèce minérale. La leucite est fréquemment fendillée. Elle est parfois absolument exempte d'in-

clusions ; dans d'autres cas, elle renferme des microlites d'augite très fins, groupés en couronne, dessinant les contours du cristal. Ces couronnes d'inclusions sont toujours peu fréquentes et peu épaisses. Dans plusieurs échantillons, j'ai trouvé dans les *cristaux de leucite* des microlites de feldspath triclinique également disposés en couronne. Ils sont en partie transformés en *christianite*. Ils se distinguent facilement de la leucite, en lumière naturelle, grâce à leur réfringence plus élevée et en lumière polarisée par leurs propriétés optiques. Quelques cristaux de leucite ont leurs bords jalonnés par des inclusions ferrugineuses noires grenues qui, plus rarement, forment des couronnes dans l'intérieur d'un grand cristal.

Le feldspath est triclinique ; il est toujours microlitique. Il est souvent difficile à observer, la roche étant profondément imprégnée de *christianite* qui se développe, soit aux dépens de la matière vitreuse, soit à ceux du feldspath.

Dans les échantillons où le feldspath est à peu près intact, on constate dans les lames minces qu'il présente des sections allongées à signe négatif, mâclées suivant la loi de l'albite et présentant en général des extinctions très voisines de 0°. Ce feldspath doit donc être rapporté au groupe de l'oligoclase. Dans quelques échantillons, les extinctions obliques indiquent la présence d'un feldspath plus basique. L'acidité du feldspath dominant est à noter, car dans la plupart des leucotéphrites, ce feldspath microlitique est constitué par du labrador.

La façon dont le feldspath se transforme en *christianite*, mérite d'être décrite en détail. Lorsqu'on examine un feldspath en voie de zéolitisation, on le voit se fendiller, la *christianite* se développe d'abord sur la périphérie du cristal, puis gagne de proche en proche en se glissant dans toutes les cassures, isolant des îlots de feldspath intact, qui disparaissent lorsque la transformation est arrivée à son terme ultime. Il est facile de distinguer les deux minéraux l'un de l'autre en les examinant en lumière naturelle, en baissant le condenseur du microscope. On voit alors les fragments de feldspath apparaître en relief sur la *christianite*. Cependant, la différence de l'indice médian de ces deux minéraux n'étant pas grande, il est bon de faire cet examen avec l'éclairage d'une lampe qui accentue le relief.

Les croûtes cristallines de *christianite* qui tapissent les soufflures de la roche ne laissent que difficilement apercevoir des cristaux distincts ; quelques-uns cependant ont pu être isolés sur une lamelle et être examinés au microscope mais sans qu'aucune mesure d'angle dièdre ait été possible.

Les cristaux sont rectangulaires et présentent les groupements suivant p (001) et la macle en croix suivant une face voisine de e^1 (011). Ils offrent les faces p (001), g^1 (010), h^1 (100) et parfois m (110); ils sont allongés suivant l'axe de la zone pg^1 (001) (010). L'axe n_g fait dans g^1 (010) un angle de 48° environ avec l'arête pg^1 (001) (010). L'allongement est donc toujours de signe positif. Les sections transversales à l'allongement se présentent dans les coupes minces sous forme de petits carrés composés de quatre sections triangulaires ayant pour base les faces g^1 (010) et g^1 . Ces sections correspondent aux deux groupes de cristaux mâclés suivant e^1 (011). Chacun d'eux se divise en outre en deux triangles égaux correspondant aux mâcles suivant p (001). Les extinctions ont lieu suivant les côtés du carré.

On est assuré que le groupement des deux cristaux élémentaires a bien lieu suivant p (001) et non suivant g^1 (010) par ce fait que le signe de la bissectrice des triangles observés dans la section perpendiculaire à l'arête pg^1 (001) (010) est de signe *négatif*, tandis qu'il serait de signe positif dans le cas du groupement suivant g^1 (010). On sait en effet que dans la christianite l'axe n_p est perpendiculaire à g^1 . Les figures 1 et 2 mettent ce fait en évidence.

Fig. 1.

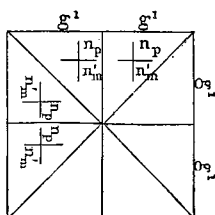
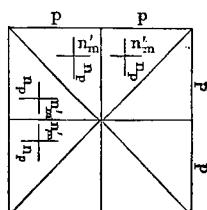


Fig. 2.



Sections perpendiculaires à l'arête pg^1 (001) (010), macle suivant e^1 (011) de deux cristaux groupés suivant p (001) (fig. 1), ou suivant g^1 (010) (fig. 2) (1).

Ces sections à quatre secteurs triangulaires sont très caractéristiques et se rencontrent en abondance dans la roche. Les groupements suivant p (001) présentent souvent dans la zone pg^1 (001) (010) l'apparence des mâcles polysynthétiques avec bandes à contours indécis. Les cristaux s'empilent de la façon la plus capricieuse et forment même parfois des fibres ou de véritables sphérolites à croix noire. Leur allongement est toujours positif.

La transformation du feldspath en zéolite peut se produire de deux façons.

1° La christianite formée dans le feldspath est fibreuse, elle

(1) Par suite d'une négligence dans la gravure, les lettres n_p et n'_m ont été placées dans ces figures d'une façon qui peut prêter à confusion. Il est bien entendu que l'axe n_p est celui qui est perpendiculaire à g^1 et l'axe n'_m perpendiculaire à p .

constitue de petits sphérolites radiés, disposés d'une façon quelconque dans le cristal ancien.

2° A la place d'un cristal de feldspath donné, il ne se produit qu'un seul cristal de christianite. Le cristal de christianite secondaire s'oriente de telle sorte que son arête d'allongement coïncide exactement avec celle du feldspath. Or, la christianite possédant, comme on l'a vu plus haut, une mâcle avec face d'association appartenant à la zone $p\ g^1$ (001) (010), il en résulte que le cristal mâclé de christianite, examiné en lumière parallèle, possède exactement la même apparence que le feldspath triclinique qu'il remplace; l'illusion est rendue plus complète par la valeur voisine de la biréfringence des deux minéraux. De plus, les angles d'extinction dans cette zone d'allongement ont un maximum de 18° pour la christianite; ce minéral peut donc être pris pour un feldspath triclinique (oligoclase-albite). L'emploi du mica quart d'onde permet cependant de distinguer les deux minéraux, ce feldspath étant toujours allongé dans une direction négative, tandis que l'allongement de la christianite est de signe positif. De plus, en traitant la plaque mince par l'acide chlorhydrique, on fait aisément disparaître la christianite, tandis que le feldspath reste intact.

La structure de la roche est franchement microlitique. L'ordre de succession des divers éléments a été énuméré plus haut. Le seul point sujet à discussion est de savoir si la leucite doit être considérée comme appartenant au premier temps de consolidation (avec la magnétite, l'apatite et le pyroxène) ou si l'on doit, malgré la grandeur de ses cristaux, la ranger dans le second temps de consolidation avec les microlites de feldspath et d'augite.

Le plus grand nombre des cristaux de leucite à forme nette ne renferme pas les autres éléments de la roche à l'état d'inclusions, mais, d'autre part, on trouve de grands cristaux du même minéral moulant les grands cristaux de pyroxène (et, par suite, postérieurs à ceux-ci), et d'autres enfin renferment des inclusions du feldspath microlitique. Il faut donc admettre que la cristallisation des grands cristaux de leucite a commencé dans les profondeurs, alors qu'aucun élément de la roche n'était consolidé, s'est prolongée après la cristallisation du pyroxène et pendant le commencement de la période d'effusion caractérisée par la formation des microlites feldspathiques. De très petits cristaux globuleux sans formes géométriques distinctes appartiennent aussi certainement à cette seconde période.

Tufs. — Les tufs sont gris-jaunâtre, quelquefois rouges; ils sont moins tenaces que la roche massive; ils renferment les mêmes éléments que cette dernière. Les cristaux de leucite et surtout

d'augite y sont très nets. On peut facilement isoler de ces derniers ayant un centimètre de longueur suivant l'axe vertical.

Les tufs renferment ces cristaux, soit isolés, intacts, soit en fragments brisés, associés à de petits fragments de roches massives.

Le ciment du tuf est une substance isotrope plus ou moins transformée en christianite.

Les fragments de roche massive que j'ai trouvés dans ces tufs sont en général constitués par une leucotéphrite analogue à celle qui vient d'être décrite, mais on y trouve aussi des leucitites ainsi que des leucotéphrites très vitreuses, véritables obsidiennes à leucite, pauvres en microlites d'augite ou même complètement dépourvues de ce minéral dans le second temps de consolidation. On y observe plus facilement le feldspath microlitique que dans la roche massive, bien qu'il y soit plus altéré; mais ses contours se dessinent nettement au milieu du verre brunâtre. Ce dernier renferme des produits ferrugineux secondaires.

Ces roches vitreuses peuvent être considérées comme identiques aux leucotéphrites massives dont elles ne diffèrent que par l'arrêt de la cristallisation du second temps, par suite du refroidissement brusque qu'elles ont subi durant leur projection, refroidissement dont elles présentent les différentes phases jusqu'à la cristallisation complète des éléments du second temps. On retrouve aussi quelques cristaux feldspathiques inclus dans la *leucite*. On voit là encore qu'il y a eu peu d'intervalle entre la période de la cristallisation des derniers cristaux de leucite et celle des premiers microlites feldspathiques. De plus, on sait que la leucite est antérieure aux microlites d'augite.

Leucitite. — Les blocs de leucitite sont noirs; la roche possède l'aspect d'un basalte; on y distingue des cristaux de leucite a^2 (211) dont quelques-uns atteignent 1^{mm} de diamètre.

L'examen microscopique montre que cette roche, absolument exempte de feldspath, est une *leucitite à olivine*.

Elle renferme :

I. Apatite, magnétite, leucite, augite.

II. Leucite, olivine, augite, magnétite.

Les grands cristaux d'olivine p (001), g^1 (010), e^1 (011), g^3 (210), sont souvent creusés de cavités et de golfes sinueux dans lesquels a cristallisé le magma microlitique.

La *leucite* du premier temps de consolidation, contrairement à ce qui arrive dans les leucotéphrites, est biréfringente et présente les mâcles bien connues dans cette espèce minérale. Les cristaux du second temps de consolidation sont monoréfringents.

Les grands cristaux sont très nets, à arêtes vives; ils forment parfois des groupes d'individus se pénétrant mutuellement.

Le pyroxène possède les mêmes formes et les mêmes propriétés que dans les leucotéphrites. Les mâcles en croix et les groupements en rosette y sont plus fréquents. Les cristaux zonés sont abondants et les différences dans les angles d'extinction de la zone périphérique et du centre des cristaux atteignent 10°.

Les cristaux de la phase intratellurique de la roche (première consolidation) sont très abondants. L'olivine, le pyroxène et la leucite sont à peu près en égales proportions. La *leucite* se trouve en inclusions dans le pyroxène, mais englobe parfois les grands cristaux du même minéral. La cristallisation de ces deux substances doit donc être considérée comme contemporaine.

Les grands cristaux qui viennent d'être énumérés sont englobés dans un feutrage de microlites allongés d'augite entourant de très petits cristaux de leucite (sans action sur la lumière polarisée). Il existe en outre du verre brun jaunâtre. Dans les fragments riches en verre, on observe des cristallites de magnétite réduits à trois longues aiguilles rectangulaires (correspondant aux axes quaternaires du cube) sur lesquelles viennent se greffer de petites aiguilles plus fines rappelant des barbes de plume. Parfois on observe, en outre, de fines lamelles de biotite embrochées par les trois aiguilles principales.

De même que les leucotéphrites, cette leucitite est fortement imprégnée de christianite.

Parmi les échantillons de tuf que m'a envoyés M. Bertrand, il s'en trouvait un possédant des caractères spéciaux. Il est à gros éléments, vert noirâtre. L'examen microscopique y montre des roches un peu différentes de celles qui viennent d'être passées en revue.

On y rencontre des cristaux brisés de *biotite*, de *hornblende verte*, des cristaux intacts ou brisés d'*augite* verte ou jaune, des fragments arrondis de roches à leucite ou de labradorites et d'andésites. Tous ces éléments sont réunis par une petite quantité de matière amorphe, transformée en produits d'altération colloïdes.

Les roches à leucite englobées sont extrêmement vitreuses. Dans un verre brun verdâtre, chargé de produits chloriteux indéterminables, jalonnant des cassures perlitiques, on observe de grands cristaux de leucite, d'augite et quelques microlites feldspathiques, presque toujours transformés en produits amorphes ou en christianite. Ils sont parfois accompagnés de quelques microlites augitiques. On y trouve aussi de véritables obsidiennes de leucitite.

Le pyroxène épars dans le tuf provient évidemment des roches à leucite.

Quant à la biotite en grandes lames brunes, froissées, ainsi que la *hornblende*, elle provient de roches sans leucite qui abondent dans ces mêmes tufs.

Ces roches peuvent être rapportées à plusieurs types :

1° *Labradorites* et *andésites* constituées exclusivement par de longs microlites de labrador et d'oligoclase très altérés, disséminés dans une matière vitreuse, riches en magnétite (transformée en hématite) et en produits chloriteux.

2° *Labradorite à biotite* renfermant de grands cristaux (première consolidation) de biotite, d'augite, de labrador, avec une pâte micro-litique riche en labrador et augite, et parfois en matière vitreuse.

Tous les éléments de ces tufs sont plus ou moins imprégnés de zéolites.

En résumé, les environs de Trébizonde constituent un nouveau gisement de *leucotéphrites* remarquables par l'acidité de leur feldspath microlitique et par les transformations secondaires qui ont imprégné la roche de christianite, surtout formée aux dépens des feldspaths. La monoréfringence de la leucite des leucotéphrites est à opposer à la biréfringence de celle des *leucitites à olivine*, que l'on trouve dans les tufs accompagnant ces leucotéphrites. Les leucotéphrites des tufs montrent des degrés intéressants dans la cristallisation des éléments du stade d'effusion (2^e temps de consolidation).

En terminant cette courte note, je ferai remarquer qu'il y aurait intérêt à étudier la stratigraphie de cette région, à déterminer si les éléments non leucitiques des tufs existent quelque part à la surface ou s'ils constituent des coulées plus anciennes recouvertes postérieurement par la leucotéphrite. Enfin il serait intéressant d'étudier les roches volcaniques qui se trouvent, d'après Hommaire de Hell, en cailloux roulés dans les assises nummulitiques et de voir si elles ne correspondent pas aux roches non *leucitiques* des tufs plutôt qu'aux roches à leucite elles-mêmes.

NOTE SUR QUELQUES ROCHES D'ARMÉNIE (1),

par M. A. LACROIX.

Les roches qui font l'objet de cette note ont été recueillies par M. Henri Martin en Arménie, sur la rive gauche du petit ruisseau qui se jette dans la rivière Kura à Borjom (ouest de Tiflis) et au nord-ouest d'Achalzik, dans le ravin voisin d'Abastuman.

Abich, dans sa carte géologique (2) du Nord de l'Arménie, a teinté la région d'où proviennent ces roches de la couleur représentant ce qu'il désigne par « eruptiv sedimentäre Bildungen aus tertiärer Zeit ».

Le ravin de Borjom présente sur cette même carte l'indication des roches désignées dans la légende sous le nom de « Dolerit-lava, Hornblende-Augit-Andesit, Anamesit ».

Les seules roches de cette région décrites par Becke, à la suite de la relation géologique d'Abich, sont des andésites augitiques quartzifères et des tufs appartenant au même groupe et provenant d'Abastuman.

L'absence de renseignements plus précis sur les roches de cette région, m'a engagé à publier le résultat de l'examen des échantillons que j'ai eus entre les mains, et qui pourra servir de documents pour des travaux ultérieurs.

Ces roches peuvent être rapportées à deux types. Les premières sont des andésites, les secondes des roches basiques (basaltes, labradorites, limburgites).

ANDÉSITES.

Les andésites que j'ai eues entre les mains sont toutes plus ou moins vitreuses; de même que quelques-unes de celles qu'a décrites Becke sur les échantillons recueillis par Abich dans les hauts plateaux de l'Arménie, elles renferment presque toutes de l'hypersthène, toujours accompagné d'un autre élément ferromagnésien, hornblende, biotite, plus rarement pyroxène, soit seuls, soit associés dans la même roche.

(1) Communication faite dans la séance du 22 juin 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) Untersuchung an kaukasischen Eruptivgesteinen, in H. Abich, *Geologische Forschungen in den kaukasischen Ländern*. II. Geologie der armenischen Hochebene, p. 329, carte IV, Wien, 1882.

Andésite à hypersthène, biotite et amphibole. — Une roche trachytique, montrant à l'œil nu de grands cristaux de feldspath vitreux et quelques rares lamelles de biotite disséminées dans une masse grisâtre un peu scoriacée, possède une composition minéralogique remarquable.

De grands cristaux de labrador, riches en inclusions vitreuses brunâtres, parfois disposées en grand nombre suivant les zones d'accroissement du cristal, des cristaux très nombreux d'hypersthène, de la hornblende brune et de la biotite, avec très peu d'augite sont disséminés dans un magma vitreux renfermant une quantité prodigieuse de cristallites et de longs microlites d'*hypersthène* facilement reconnaissables à leurs formes identiques à celles des cristaux du stade intratellurique, à leur faible biréfringence, à leurs extinctions longitudinales, à leur allongement de signe positif. Ces microlites d'hypersthène sont accompagnés de microlites feldspathiques peu nombreux, à angles d'extinction faibles et qui doivent être rapportés à de l'oligoclase avec quelques microlites raccourcis d'orthose.

Dans une préparation, j'ai trouvé en outre un grain corrodé de quartz. Ce quartz est englobé par le magma sans qu'il soit possible de dire s'il appartient bien réellement à la roche ou s'il constitue une enclave. Becke a signalé (1) dans le Palandakân des andésites augitiques ne renfermant pas d'hypersthène et, par suite, différentes de celle qui est considérée ici.

Un autre échantillon de la même roche renferme un fragment d'orthose rempli d'inclusions gazeuses et riche en inclusions de spinelle vert, minéral n'existant pas autrement dans la roche. Ce cristal offre tout à fait l'apparence d'une enclave et me fait penser que, de même que le cristal de quartz cité plus haut, il est le dernier témoin d'un fragment de roche quartzifère ancienne englobée par l'andésite et en partie résorbée.

Une roche analogue à la précédente est rouge brique. Cette couleur est due à de l'hématite qui imprègne tous les éléments et se fixe particulièrement à la surface des bisilicates.

La biotite est très abondante. L'écartement des axes est grand ($2E = 40^\circ$ environ). L'amphibole est rare ou absente.

L'hypersthène est entouré d'une gaine d'hématite. Son polychroïsme est plus intense que celui de l'hypersthène de la roche précédente. Il se transforme en une substance ayant même réfringence que lui, mais cette nouvelle substance possède une biréfringence un peu plus élevée. L'indice minimum de la substance est

(1) Op. cit., p. 334 et 336.

parallèle à l'axe vertical, alors que c'est l'indice maximum qui occupe cette position dans l'hypersthène. L'extinction est simultanée dans les deux minéraux.

Cette substance possède les propriétés optiques d'une *bastite* dans laquelle le n_p aurait pris la place du n_g .

Andésites à hypersthène et hornblende. — Ces roches offrent l'aspect d'obsidiennes à cassures inégales. Dans une pâte noirâtre, violacée, on distingue de grands cristaux de feldspath vitreux et quelques aiguilles noires d'amphibole.

L'examen microscopique fait voir que la roche renferme les éléments suivants :

I. Apatite, magnétite, hypersthène, hornblende, labrador.

II. Oligoclase, magnétite, matière vitreuse.

L'hypersthène forme des cristaux nets automorphes, h^1 (100), g^1 (010), m (110), $b^{1/2}$ (111) possédant toutes les propriétés optiques propres à ce minéral. On constate notamment que la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques (n_p) est perpendiculaire à h^1 (100). Un grand nombre de cristaux sont entourés par une zone noire de produits ferrugineux qui se glissent soit dans les clivages de la zone prismatique, soit dans les cassures transversales.

Quelques cristaux ont leurs sommets arrondis. Le polychroïsme est souvent très net avec :

n_g = vert très pâle

n_m et n_p = brun rougeâtre.

Ce polychroïsme semble s'accroître dans les échantillons en voie d'altération.

La hornblende possède un polychroïsme très énergique avec :

n_g = brun rouge.

n_m = jaune.

n_p = jaune clair.

$n_g > n_m > n_p$

La biréfringence est très élevée atteignant ($n_g - n_p$) 0.04. L'angle d'extinction dans g^1 (010) est faible et ne dépasse pas 3° ou 4°. Les cristaux sont toujours entourés d'une couche noire opaque de produits ferrugineux, semblable à celle qui entoure l'hypersthène.

On trouve tous les passages entre l'amphibole ainsi en voie de résorption, et l'amphibole complètement résorbée, que l'on ne reconnaît plus qu'aux formes de son moule ferrugineux.

Les cristaux du premier temps de consolidation (*magnétite*, *apatite*, *hypersthène*, *hornblende*, *labrador*) sont peu abondants; ils sont disséminés dans un magma fluidal très riche en fins microlites d'oligoclase filiformes, présentant des extinctions très voisines.

de 0°. La matière vitreuse est parfois assez abondante. Des granules de magnétite y sont distribués en grand nombre.

De même que dans quelques andésites de Santorin, l'aspect extérieur de la roche fait croire à une cristallinité bien moins grande que celle qui est décelée par l'examen microscopique.

Andésite à hornblende. — Une roche à pâte violacée, renfermant de grands cristaux porphyriques de hornblende, est constituée par une pâte vitreuse avec longs microlites d'oligoclase et granules de magnétite. Le seul élément de la période intratellurique est de la hornblende brune peu résorbée. La roche est donc une andésite à hornblende.

Andésite rhyolitique à hypersthène, amphibole et pyroxène. — Cette roche au premier abord paraît holocristalline; les grands cristaux blancs de feldspath vitreux et les prismes d'amphibole noire y sont abondants dans une pâte blanche à apparence cristalline qui, en réalité, est constituée par un verre en voie de dévitrification.

Les éléments de la phase intratellurique sont les suivants : zircon, magnétite, apatite, hypersthène, pyroxène rare, hornblende, biotite, labrador.

L'hypersthène est remarquablement frais, nettement polychroïque, riche en inclusions vitreuses à bulles.

L'amphibole est verte avec polychroïsme énergétique suivant :

n_g = vert bouteille jaunâtre,

n_m = vert,

n_p = jaune clair.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est de 15° environ. La biréfringence est bien inférieure à celle de la hornblende des roches précédentes : $n_g - n_p = 0.024$.

Les groupements d'hypersthène et d'augite sont fréquents; ils ont toujours lieu par engainement de l'hypersthène dans l'augite. On observe en outre, mais rarement, des associations d'hypersthène et de hornblende suivant la même loi; le h^1 (100) de l'amphibole s'accolant contre le g^1 (010) de l'hypersthène. Fréquemment le cristal d'amphibole englobant l'hypersthène est mâclé en outre suivant h^1 (100).

La biotite constitue de grands cristaux polychroïques, rongés sur les bords. Dans les cavités formées par leur résorption, se développent de gros microlites d'augite, des octaèdres de magnétite et du labrador.

Le labrador s'observe en grands cristaux, riches en inclusions vitreuses et renfermant en outre tous les minéraux précédents à l'état d'inclusions.

Les cristaux, presque toujours zonés, ont leurs arêtes arrondies ; ils prennent les mâcles de l'albite, de Carlsbad et de la périkline.

Ces minéraux sont plongés dans un magma vitreux abondant, renfermant de fins microlites de feldspath triclinique dont les extinctions se font à près de 0° , tandis que les autres atteignent 18° (andésine ou albite) et il existe en outre des microlites ou plutôt de longs cristallites d'augite. De plus, la roche est riche en gros sphérolites pétrosiliceux brunâtres qui vont se développer en général autour des cristaux du stade intratellurique, les englobant complètement ou entourant seulement une de leurs extrémités. Ils rappellent ceux qui ont été décrits par M. Fouqué (1) dans les andésites d'Acrotiri (Santorin). Les microlites feldspathiques sont trop grêles et trop fins pour que l'on puisse leur appliquer la recherche du sens de l'extinction sur la face g^1 (010) ; il y a donc incertitude dans leur détermination (albite ou andésine). La roche est une *andésite rhyolitique*.

Trachy-andésites à hypersthène. — Une roche noire, compacte, possède une composition minéralogique intéressante. Les cristaux feldspathiques (orthose et andésine) du premier temps de consolidation sont rares ; ils sont en général criblés d'inclusions de magnétite, d'augite grenue et du verre brun abondant dans la roche ; les grands cristaux sont comparables à une écumoire dont les inclusions représentent les trous. On distingue, en outre, des moules de grands cristaux résorbés (hornblende), de l'augite et de l'hypersthène ; souvent groupés suivant le mode ordinaire. Le magma de seconde consolidation domine. On y observe du feldspath, de l'hypersthène et de l'augite à formes nettes disséminées dans le verre brun qui a été signalé plus haut. La magnétite est en outre abondante.

Le feldspath est constitué par de gros microlites raccourcis rectangulaires, non mâclés, à angles d'extinction très voisins de 0° qui doivent être rapportés à l'orthose. Ils sont accompagnés de feldspaths tricliniques plus grêles, très allongés, à faible angle d'extinction (oligoclase).

Les microlites d'hypersthène ont des formes nettes ; ils sont très allongés et rappellent ceux qui ont été décrits plus haut. Ils sont de dimensions voisines et passent à de véritables cristallites sans action sur la lumière polarisée.

J'ai déjà signalé dans cette roche l'existence de nombreux grains de quartz atteignant parfois 1^{mm} , entourés par une zone vitreuse riche en longs microlites d'augite et analogues à ceux qui sont bien connus autour des enclaves de quartz dans les roches volcaniques.

(1) Santorin et ses éruptions, p. 334 et Pl. LIV, 1879.

Ce quartz est évidemment d'origine étrangère et ne fait pas partie de la roche.

On rencontre aussi, dans la roche, des nids remplis de gros microlites d'augite, qui semblent correspondre à une enclave de quartz complètement résorbée.

Un échantillon noir à aspect d'obsidienne renferme du labrador, du pyroxène en cristaux brisés, ainsi que des fragments d'obsidienne brun jaune en lames minces, montrant des phénomènes de polarisation dus à la trempe. Tous ces éléments sont reliés par un ciment zéolitique. C'est un tuf comparable à ceux d'Abastuman qui ont été décrits par Becke.

ROCHES BASIQUES

Basaltes et labradorites. — Les roches basiques feldspathiques des environs de Borjom, dont j'ai eu des échantillons à ma disposition, sont en général très altérées. Il s'y développe des zéolites en abondance ; dans quelques-uns d'entre eux, on peut observer de belles géodes de laumonite blanc rosé, et le centre est rempli par de la calcite.

L'examen microscopique fait voir en abondance des microlites d'augite. Quelques-uns d'entre eux ne renferment plus que cet élément intact. Dans d'autres, on reconnaît en outre de grands cristaux (1^{re} consolidation) d'augite et de feldspath triclinique (labrador), accompagnés de microlites du même minéral. Ces feldspaths sont toujours très altérés. La matière vitreuse est imprégnée de produits d'altération cryptocristallins et de laumonite. Une partie de ces roches doivent être certainement rapportées à des labradorites, peut-être y a-t-il aussi des augitites ? Par leur profonde altération, ces roches rappellent les roches anciennes. Abich ayant signalé, dans cette région de l'Arménie, des roches analogues anciennes, il est probable qu'elles appartiennent à cette même série.

Un échantillon rouge compact, avec nombreuses bulles étirées dans une direction, est constitué par un basalte franc, pauvre en olivine, et dont les microlites de labrador possèdent une structure fluidale extrêmement marquée. Les microlites d'augite sont entourés d'une gaine d'hématite, qui forme aussi de petits globules dans les feldspaths. L'olivine est le seul minéral intratellurique. Elle est également imprégnée de produits ferrugineux.

Limburgite. — La roche que je désigne sous ce nom, laisse voir à l'œil nu de grands cristaux d'olivine au milieu d'une pâte noirâtre.

L'examen microscopique montre que cette olivine présente les formes habituelles aux roches basiques ; elle constitue le seul

élément intratellurique. Le magma du second temps est formé par de très gros et très nombreux microlites d'augite disséminés dans de la matière vitreuse presque complètement transformée en produits chloriteux. Il existe aussi du feldspath triclinique (labrador) en cristaux allongés, englobant les microlites d'augite. Cependant, la quantité de ce feldspath me semble trop minime pour que l'on puisse considérer la roche comme un basalte. Mon échantillon constitue le passage du basalte à la *limburgite*; l'observation d'un grand nombre d'échantillons permettrait seule de voir si cette roche forme un cas particulier d'une coulée de basalte ou, au contraire, de *limburgite*.

L'olivine est en partie transformée en chrysotile lamellaire. Le produit chloriteux qui se développe dans le verre forme de grands sphérolites à allongement positif, tantôt vert-clair, tantôt incolores. Par sa biréfringence, cette chlorite se rapproche de la *delessite*. On observe en assez grande quantité de très fines lamelles de biotite qui, dans les sections perpendiculaires à p (001), ont l'apparence de petites baguettes grêles très polychroïques.

En terminant cette note, je décrirai sommairement quelques roches des environs de Batoum recueillies par M. Henri Martin dans le même voyage. Elles proviennent d'une petite vallée située à deux kilomètres environ au sud de Batoum.

Ce sont des andésites; leur type dominant est formé par une roche ne renfermant que peu de grands cristaux de pyroxène, d'oligoclase disséminés au milieu de microlites de feldspath triclinique à très faibles angles d'extinction (oligoclase), avec une petite quantité de microlites de pyroxène et de magnétite. Les microlites d'oligoclase sont moulés par du quartz. La roche a donc une pâte de dacite; toutefois, l'existence, dans quelques roches, de cavités remplies par du quartz grenu nettement secondaire, me fait penser que cette roche n'est en réalité qu'une andésite quartzifiée par action secondaire. Les feldspaths sont piquetés de produits micacés; la roche renferme en outre un peu de chlorite fibreuse (*delessite*).

Ces altérations profondes lui donnent l'aspect d'une roche ancienne, bien qu'elle soit très probablement post-tertiaire.

L'étude des roches vitreuses qui sont associées à ces andésites vient confirmer l'origine secondaire du quartz que l'on y rencontre parfois. Ces roches, de même que l'andésite, deviennent verdâtres par altération et ressemblent alors à certains « *grünstein* » de Hongrie.

Ces roches vitreuses renferment les mêmes éléments que la roche

microlitique. Le pyroxène y est plus abondant et jamais altéré; de même que les grands cristaux de feldspath, il est souvent broyé. De rares microlites d'oligoclase en traînées fluidales s'observent au milieu d'un verre brunâtre ou d'un brun verdâtre accompagné de quartz et de calcédoine.

Un échantillon d'obsidienne noire peu altérée présente de nombreux cristaux d'augite et de labrador extrêmement brisés, noyés dans un magma vitreux à structure fluidale, complètement dépourvu de feldspath. Le verre présente, par place, une coloration jaune avec biréfringence variable, sans extinction nette, avec ombres moirées rappelant ce que l'on observe dans les verres trempés.

Cette obsidienne est très analogue à celle que nous avons signalée plus haut dans les roches des environs de Borjom.

NOTE SUR LE GENRE *ECHINOCYAMUS* VAN PHELSUM, 1774,

par M. J. LAMBERT (1).

Je viens d'étudier quelques petits oursins du Calcaire grossier d'Écos, et parmi eux se trouvaient de nombreux échantillons qui m'ont fourni l'occasion d'examiner les véritables caractères du genre *Echinocyamus*, jusqu'ici assez mal compris, selon moi.

Tous les auteurs qui se sont particulièrement occupés des Échinides : Louis Agassiz, Desor, MM. Cotteau, de Loriol, Alexandre Agassiz, Pomel, Gauthier et Duncan, ont attribué à un échinologiste hollandais du siècle dernier, Van-Phelsum, la création du genre *Echinocyamus*, et ont compris dans ce genre quelques petites espèces de *Clypeastridæ*, caractérisées par leur forme déprimée, leurs pores ambulacraires non conjugués, l'existence de cloisons internes et la position infère du périprocte. Ainsi, pour ces auteurs, le type du genre *Echinocyamus* serait, soit le *Spatagus pusillus* Müller 1776, des Mers du Nord, soit le *Scutella inflata* Defrance 1827, la petite espèce si connue de tous les géologues qui ont exploré le Calcaire grossier aux environs de Paris.

Cette manière d'envisager le genre *Echinocyamus* est cependant évidemment erronée, puisque l'espèce qui a servi à son établissement est renflée, globuleuse et dépourvue de cloisons internes. En effet, si l'on remonte aux sources, c'est-à-dire à l'ouvrage de Van-Phelsum (2), on reconnaîtra que, dans toute la classification établie par l'auteur hollandais, un seul genre peut être retenu, celui qui a reçu à l'explication des planches I et II le nom générique latin *Echinocyamus* quatorze fois répété. Quant aux 70 figures de ces deux planches, elles représentent les quatorze espèces de Van-Phelsum qui paraissent être seulement quatorze échantillons à peine différents d'une espèce unique, pour laquelle Leske (3), traduisant l'une des expressions hollandaises de son savant ami, a créé en 1778 le nom d'*Echinocyamus* (4) *craniolaris*. Leske, en donnant une diagnose latine du genre, ne distingue plus en réalité que trois espèces au

(1) Note présentée dans la séance du 22 juin.

(2) Brief aan Cornelius Nozemann, over de Gewelv-slekken of zee-egelen. — Rotterdam, 1774.

(3) Leske : Additamenta ad Jac. Th. Klein nat. disposit. Echinodermatum 1778. p. 149 et suiv. — Jac. Th. Klein nat. disp. Echin. p. 213 et suivantes.

(4) Op. cit. p. 150-214, errore typ. *Echinodiscus* (au texte, mais non en marge).

lieu de quatorze, et parmi elles celle qui doit être considérée comme le type du genre. Il faut d'ailleurs reconnaître que le savant commentateur de Klein paraît avoir confondu avec les formes globuleuses, dépourvues de cloisons internes de Van-Phelsum, des formes très différentes, déprimées et munies de cloisons. C'est ainsi qu'il a rattaché au *E. angulosus* globuleux de Van-Phelsum (Egel-boon Plompe-zaad, Tab. II, fig. 11-15) la petite espèce déprimée d'Aldrovande et l'un des *Echinus minutus* de Pallas, celui de la mer du Nord. C'est ainsi que plus loin il confond avec l'*E. ovalis* de Van Phelsum (Egel-boon Zuiker-boon, Tab. II, fig. 16-20), une espèce déprimée de Müller, dont il reproduit, Pl. XXXVII, fig. 6, la figure grossie, et qui appartient à la forme pourvue de cloisons internes. Cependant le type du genre *Echinocyamus* restait bien pour Leske l'espèce représentée par Van-Phelsum, dont certaines figures ont été copiées dans les *Additamenta* (Pl. XLVIII, fig. 1, 2, 3) et plus tard par Brugnières dans l'Encyclopédie (Pl. 154, fig. 1-10). Les confusions commises par Leske paraissent avoir été la source de toutes les erreurs des modernes au sujet du genre *Echinocyamus*; elles ne pouvaient cependant modifier les caractères du genre établi à l'origine par Van-Phelsum.

Lamarck, en 1816, a substitué, sans motifs, au terme générique *Echinocyamus*, celui de *Fibularia*. Le nouveau genre semble d'ailleurs être destiné à comprendre à la fois des espèces globuleuses et des espèces déprimées, au moins les modernes l'ont-ils interprété en ce sens. Quoi qu'il en soit, la seule espèce de Lamarck dont la description soit suffisamment précise, et dont la localité soit indiquée, est une espèce déprimée, munie de cloisons internes, le *F. tarentina*.

Plus tard, Louis Agassiz a voulu séparer les *Echinocyamus* des *Fibularia*, mais, n'ayant pu recourir aux sources (1), il a commis une regrettable erreur, en laissant dans le premier genre ses onze espèces, qui appartiennent toutes à la forme déprimée, pourvue de cloisons internes, tandis qu'il rejetait les espèces globuleuses, privées de cloisons, hors de ses Scutelles dans un genre *Fibularia* (2). C'était à la fois méconnaître les caractères des deux genres de Van-Phelsum et de Lamarck, et les interposer de la façon la plus fâcheuse.

Plusieurs personnes ont pensé qu'une erreur de cette nature, consacrée par les travaux des meilleurs naturalistes, doit prévaloir.

(1) Agassiz : Monographie des Scutelles, 1841, p. 125.

(2) *Op. cit.*, p. 20, 126, 138.

C'est une opinion que je ne puis partager, et je propose de conserver seulement aux espèces globuleuses, dépourvues de cloisons, le nom d'*Echinocyamus*, sous lequel elles ont été connues depuis l'origine jusqu'à Lamarck, en prenant pour type l'*Echinocyamus* figuré aux planches I et II de Van-Phelsum, soit l'*E. craniolaris* de Leske (*Additamenta*, Pl. 48, fig. 1-3), c'est-à-dire l'oursin de l'Océan Indien, figuré par Alexandre Agassiz (Revision, Pl. XIII, fig. 1-3), sous le nom erroné de *Fibularia ovulum*. Le genre *Echinocyamus* comprendra donc les espèces suivantes :

<i>Echinocyamus craniolaris</i> Leske, 1778.....	}	vivants.
— <i>australis</i> Desmoulins (<i>sub Fibularia</i>)....		
— <i>volva</i> Agassiz (<i>s. Fibularia</i>)		
— <i>Lorioli</i> Gauthier (<i>s. Fibularia</i>)		
— <i>subglobosus</i> Goldiuss (<i>s. Echinoneus</i>)....		danien.

à côté desquelles viennent se placer celles du sous-genre *Thagastea* de M. Pomel, qui ne me paraît pas devoir être maintenu :

<i>Echinocyamus Wetterlei</i> Pomel (<i>s. Thagastea</i>).....	}	éocènes.
— <i>Luciani</i> de Loriol.....		
— <i>nummuliticus</i> Duncan		

Quant à la forme déprimée avec cloisons internes bien développées, représentée dans les mers actuelles par une espèce aujourd'hui connue sous le nom erroné d'*E. pusillus* Al. Agassiz, 1872, et dont les espèces tertiaires nombreuses sont réparties dans toutes les régions, elle doit évidemment recevoir un nom particulier, et ne saurait être confondue avec les véritables *Echinocyamus*. Il eût été désirable de pouvoir lui appliquer un terme générique nouveau, mais les règles de la méthode ne permettent pas de s'arrêter à ce parti, et Lamarck ayant, dès 1816, compris dans son genre *Fibularia* une de ces formes déprimées (*F. tarentina*), toutes les autres doivent rentrer dans le genre établi par lui. Le genre *Fibularia* comprendra donc les espèces suivantes :

<i>Fibularia pusilla</i> Müller (<i>s. Spatagus</i>)		vivant.
— <i>sicula</i> Agassiz	}	pliocènes.
— <i>complanata</i> Corta (<i>s. Echinocyamus</i>).....		
— <i>Costa</i> Seguenza (<i>s. Echinocyamus</i>)		
— <i>pliocanica</i> Pomel (non figurée)		
— <i>suffolciensis</i> Forbes (<i>s. Echinocyamus</i>).....		
— <i>hispidula</i> Forbes (Id.)		
— <i>oviformis</i> Forbes (Id.)	}	miocènes.
— <i>Studeri</i> Sismonda (<i>s. Anaster</i>).....		
— <i>declivis</i> Pomel (<i>s. Echinocyamus</i>).....		
— <i>umbonata</i> Pomel (Id.)		
— <i>stricta</i> Pomel (Id.)		

<i>Fibularia ovata</i> Münster (s. <i>Echinoneus</i>)	}	oligocènes.
— <i>scutata</i> Münster (Id.)		
— <i>Boettgeri</i> Ebert (s. <i>Echinocyamus</i>).....		
— <i>Zitteli</i> Ebert (Id.)		
— <i>alpina</i> Agassiz	}	éocènes (1).
— <i>piriformis</i> Agassiz.....		
— <i>subcaudata</i> Desmoulins.....		
— <i>affinis</i> Desmoulins.....		
— <i>altavillensis</i> DeFrance (s. <i>Scutella</i>).....		
— <i>inflata</i> DeFrance (Id.)		
— <i>dacica</i> Pavay (s. <i>Echinocyamus</i>).....		
— <i>Lorioli</i> Cotteau (Id.)		
— <i>Pomeli</i> Cotteau (Id.)	}	danien.
— <i>campbonensis</i> Cotteau (Id.)		
— <i>placenta</i> Goldfuss (s. <i>Echinoneus</i>).....		

Pour rejeter mes conclusions, il faudrait à la fois attribuer seulement à Leske, et malgré lui, la paternité du genre *Echinocyamus*, prendre pour type de ce genre une forme que le savant commentateur de Klein n'y rattachait que d'une façon accessoire et exclure du genre *Fibularia* la seule espèce authentique que Lamarck y ait placée. Triple résultat qui me paraît inadmissible.

Ma proposition tend, d'ailleurs, moins à la réintégration d'un genre ancien qu'à la rectification d'une erreur relativement récente. Je n'ignore pas les dangers des restitutions hâtives, comme celle d'*Echinospatagus*, opérée par d'Orbigny; je dis cependant que le principe de priorité doit recevoir dans la nomenclature une application absolue, parce qu'en définitive cette application n'est qu'un acte de justice. Notre génération ne peut, en effet, espérer assurer l'avenir de ses créations scientifiques qu'en donnant l'exemple du respect pour les travaux de ceux qui, les premiers, ont posé les fondements de l'édifice dont nous continuons à élever les assises.

(1) On peut encore ajouter à la liste des *Fibularia* éocènes d'autres espèces, notamment : *F. propinqua* Forbes, *F. gracilis* Cotteau, *F. Forbesi* Cotteau, *F. planulata* d'Archiac, *F. biarritzensis* Cotteau, etc., toutes décrites comme *Echinocyamus*.

SUR LES NOTES GÉOLOGIQUES DE M. J. SEUNES,

par M. **STUART-MENTEATH** (1).

M. J. Seunes a présenté, depuis le 20 juin 1887, une série de notes dans lesquelles il a systématiquement attaqué mes travaux. J'expliquerai, en peu de mots, pourquoi je n'ai pas répondu à ces attaques.

M. Seunes, ayant à citer un texte de ses propres écrits, dit : « En 1887 j'ai classé dans l'Urgonien tous les calcaires coralligènes Ap' du pays basque » (2). Si l'on consulte la note citée par M. Seunes à l'appui de cette assertion, on trouvera que « l'Urgonien » n'est pas cité, et qu'il n'y a aucune mention de calcaires coralligènes (3). Dans la note en question, M. Seunes a en réalité classé « dans le Néocomien » les couches qu'il a plus tard classées tantôt dans le Gault, tantôt dans l'Aptien.

M. Seunes a cité cinq fois de suite un texte de mes écrits en prétendant que je rapportais au Lias les grès et poudingues entre Ascain et Sare (4), que M. Seunes a rapportés au Gault. Si l'on consulte le texte cité par M. Seunes (5), on trouvera que j'ai attribué les fossiles de ce terrain au Crétacé, et qu'en vue de certaines ressemblances douteuses j'ai dit « je crois devoir suspendre toute conclusion ». Mais dans la même note (page 330) j'ai discuté de nouveau la question de l'âge de ces poudingues en les rapportant à la base du Flysch (Crétacé supérieur); et, dans une note présentée à la séance du 21 juin 1886 (6), j'ai encore décrit ces « grès et poudingues, souvent ressemblant au Trias, » comme situés entre le Néocomien et le Cénomaniien (mais inséparables de ce dernier).

En parlant de la colline Sainte-Barbe d'Ustaritz, M. Seunes dit que les couches ont été « rapportées à l'Urgonien par M. Stuart-Menteath et à l'Aptien par M. Gorceix » (7). J'ai simplement fait remarquer le caractère incontestablement Urgonien de la *faune* que j'y ai trouvée; et M. Gorceix a intitulé sa note « fossiles urgo-

(1) Note présentée dans la séance du 22 Juin 1891.

(2) Recherches Géologiques, etc., par J. Seunes, Paris, 1890. *B. S. G. F.*, t. XIX, p. 123.

(3) *B. S. G. F.*, t. XV, p. 732.

(4) Recherches Géologiques, par J. Seunes, pages 19-123-163-224-230.

(5) *B. S. G. F.*, t. IX, pages 316 et 317.

(6) *B. S. G. F.*, t. XIV, p. 590.

(7) Recherches géologiques, page 30.

aptiens » et formulé la conclusion « cette faune empiète sur l'Urgonien et l'Aptien » (1). C'est seulement en altérant dans un sens ce que j'ai écrit, et dans le sens contraire les paroles les plus claires de M. Gorceix, que M. Seunes arrive à construire une contradiction.

A propos des fossiles toarciens des Basses-Pyrénées, M. Seunes dit « c'est la première fois que cette faune est signalée dans les Pyrénées » (2). Pour renforcer cette assertion, il ajoute « cependant, M. de Lacvivier a cité *Ammonites radians* aux environs de Lescure (Ariège) ». J'avais signalé *Am. radians* (3) à quelques kilomètres des gisements que j'ai personnellement fait connaître à M. Seunes, et j'ai plusieurs fois indiqué le Toarcien, ainsi que le Bajocien (4) que M. Seunes signale également avec l'observation « c'est la première fois que cet étage est signalé dans les Pyrénées! »

M. Seunes dit (5) que j'ai rapporté, en 1881, les calcaires crétacés de Cambo au Corallien, mais qu'en 1887, j'ai rapporté à l'Urgonien celui qui est au sud et au Cénomaniens celui qui est au nord. Mais d'abord je n'ai pas, en 1881, rapporté le calcaire en question au Corallien; au contraire, j'ai signalé, à l'ouest de Cambo, un calcaire à *Cidaris pyrenaica*, et, à l'est, un calcaire à *Rynchonella lata*. En dépit de l'attribution du calcaire d'Ihins et Ascain au Corallien par MM. Hébert et Munier-Chalmas, j'ai, dans ma première note suivante, en juin 1886, attribué ces calcaires au Cénomaniens des Pyrénées, appartenant au Grès Vert (6). Dans cette note, j'ai dit que le calcaire de Cambo est caractérisé par *Terebratula sella* et *Terebratula prælonga*, et « recouvert par un calcaire à *Cidaris* du Cénomaniens ». Ayant expliqué cela sur place à M. Seunes, il a classé les couches d'abord dans le Néocomien, ensuite dans l'Aptien, et il laisse croire que j'ai, en 1887, abandonné l'opinion que ces couches étaient jurassiques.

M. Seunes dit (7) : « M. Leymerie a fait connaître depuis longtemps les gisements liasiques de Sare et des environs ». Cette assertion n'est soutenue par aucune citation. Elle est remplacée, dans les Recherches géologiques de M. Seunes, par le paragraphe suivant : « On doit à M. Gindre, ingénieur à Itsatsou, la découverte du gisement de Sare (communication verbale), dans lequel

(1) *B. S. G. F.*, t. XVII, p. 424.

(2) Recherches géologiques, p. 131.

(3) *B. S. G. F.*, t. XVI, p. 44.

(4) *B. S. G. F.*, t. IX, p. 315 et 326.

(5) Recherches géologiques, p. 142.

(6) *B. S. G. F.*, t. XIV, p. 593.

(7) *B. S. G. F.*, t. XV, p. 733.

M. Stuart-Menteath a signalé la présence de fossiles liasiens. » Il s'agit de la découverte de gisements du Lias dans une région où personne avant moi n'a jamais signalé ces roches, et où M. Seunes les a reconnues sur mes indications. Je maintiens que Leymerie ne m'a pas devancé dans cette découverte et je regrette que M. Seunes mette dans la bouche d'un ingénieur, mort à l'âge de 84 ans, et qui possédait ma note de 1881 depuis sa publication, une « communication verbale » (invérifiable) m'accusant de plagiat.

CONSTITUTION DE LA SÉRIE D'EAU DOUCE D'ORGON

(BOUCHES-DU-RHÔNE) (1),

par M. COLLOT.

Dans la description du Crétacé de la Basse-Provence, 2^e partie, j'ai indiqué (2) avec quelque réserve, d'après M. Caziot (3), que les couches lacustres les plus anciennes du bassin du Lar pourraient bien avoir leurs représentants jusque dans la vallée inférieure de la Durance, sur le revers nord des Alpilles.

Pour la clarté de ce qui va suivre, je rappelle que la série d'eau douce ancienne des Bouches-du-Rhône, au-dessus des couches à Hippurites et de celles à *Turritella (Glauconia) Coquandi*, se compose :

1^o Des couches de Valdonne, de Peynier, de Puylobier, à *Bulimus proboscideus* ou étage « Valdonnien ».

2^o Des couches à lignite de Trets, Fuveau, Gardanne, « Fuvélien. »

3^o Des couches à physes du Mimet, la Bégude près Fuveau, des calcaires du moulin du pont de Velaux, « Bégudien ».

4^o Des grès à reptiles, des calcaires de la barre de Rognac, du village de Velaux, qu'on pourrait appeler « Rognacien » si l'on ne recule pas devant ce nom d'apparence un peu barbare.

5^o Des calcaires éocènes de Vitrolles, de Roquefavour, du Montaiquet, du Cengle.

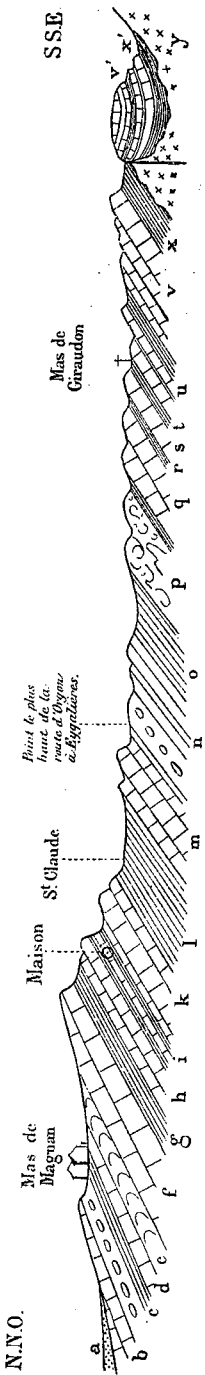
M. Caziot, se servant des termes de Rognacien inférieur, moyen et supérieur, pour désigner tous les calcaires d'eau douce des Alpilles, on pourrait en inférer qu'il ne s'agit que de dépôts contemporains des calcaires de Rognac et tout au plus de ceux du moulin du pont de Velaux ; en d'autres termes, tout cela serait plus récent que les lignites de Fuveau. Toutefois M. Caziot a soin de rappeler que le *Bulimus proboscideus*, qu'on trouve sur le revers nord des Alpilles, est un fossile caractéristique du Valdonnien, c'est-à-dire des couches situées à la base des lignites, et il admet cet âge pour les couches qui le renferment entre Orgon et Saint-Remy.

D'autre part M. Roule avait déjà signalé le *B. proboscideus* à Orgon, il remarquait que ce fossile y atteint une plus forte taille

(1) Manuscrit présenté dans la séance du 22 juin 1891.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIX, p. 90.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 223 (et non 343 comme porte le renvoi de ma p.90).



qu'à Peynier et en définitive il ne faisait pas descendre les couches les plus basses d'Orgon au-delà du Bégudien. Les plus anciens dépôts d'eau douce du N. O. des Bouches-du-Rhône seraient ainsi plus récents que les lignites de Fuveau.

J'ai voulu me former une opinion sur cette question et j'ai visité les environs d'Orgon avec quelque soin au mois d'avril de cette année.

Voici la coupe que j'ai relevée en suivant une ligne nord-sud passant entre Orgon et Eygalières, plus près de ce dernier village. Les couches sont plus riches en fossiles que ne l'indiquent les listes ci-dessous, mais j'ai tenu à ne citer que les fossiles que j'ai recueillis moi-même sur place.

- a — Gravier d'anciennes alluvions de la Durance, avec roches vertes.
- b — Calcaire éocène avec lits de silex translucides, exploité comme meulière. 20^m
- c — Marne.
- d — Calcaire. 20^m
- e — Calcaire blanc et rosé, un peu noduleux, exploité pour empierrement de route, sous le mas de Magnan ou de Saumille, près le moulin de Marc (il y a un autre Magnan près Mollèges). *Bulimus Hopei* Marc: de Serres, *Helix* aff. *politula* Boissy, de Castres, *Megaspira* voisin de ceux de l'Éocène du bassin de Paris décrits par Deshayes. 5^m
- f — Calcaire à silex. 15^m
- g — Calcaire marneux et marne, de couleur rosée. 8^m
- h — Calcaire assez bien lité, silex. 6^m
- i — Marne. 10^m
- k — Calcaire un peu travertineux, zoné, gris rosé très clair. 5^m
- l — Marne (1) avec quelques cailloux calcaires bien roulés; petits bancs calcaires intercalés: Ferme de St-Claude et, à l'est, mas du Prévôt. 60^m
- m — Calcaire gris, à surface blanche. Le prolongement de ces bancs va d'une part passer à la chapelle St-Sixte et d'autre part à la chapelle St-Roch, près d'Orgon. 20^m

A l'est de la ligne de coupe ces couches forment une colline où on peut bien les étudier et en recueillir les fossiles :

(1) Depuis que ceci est écrit, M. Depéret m'a montré, ainsi qu'à quelques autres membres de la Société, que des sables siliceux blancs ou rosés s'associent à ces marnes au-dessus de la chapelle St-Roch. Vers St-Claude, la végétation masque une bonne partie de ces dépôts.

- Pupa patula* Math. semblable aux échantillons des lignites au sud des Pennes (1).
- Helix Cureti* Nicolas (2).
- Leptopoma Baylei* Math. sp.
- *bulimoides* Math. = *Bauxia Boulayi* Caziot (3).
- *Allardi* (*Bauxia*) Caziot.
- *Pellati* id.
- *Rouleana* id.
- *necra* id.
- Cyclophorus Luneti* Math. sp.
- Cyclotus solarium* Math. sp.
- Megaspira* de petite taille, qui se retrouve dans le calcaire blanc de Rognac.
- n* — Calcaire concrétionné poudingiforme; calcaire blanc grumeleux à nodules rosés. *Physa galloprovincialis* 25^m
- o* — Marne blanchâtre, tendre 15^m
- p* — Calcaire à surfaces arrondies, farineuses, blanches, renfermant parfois des concrétions noires. A la face supérieure :
- Anostomopsis rotellaris* Math. sp.
- Paludina Mazeli* Roule 15^m
- q* — Calcaire de couleur bise, portant à sa partie supérieure :
- Physa galloprovincialis* en abondance.
- Cyclophorus Heberti* (le moule ne montre que deux côtes à la face supérieure de chaque tour),
- Cyclophorus heliciformis* Math.
- Bulimus*. 3^m
- r* — Calcaire blanc à formes émoussées, gris et terreux dans le bas. 6^m
- A la base de ces couches :
- Cyclophorus heliciformis* Math. semblable à ceux du moulin du pont de Velaux.
- Cyclophorus Heberti* Roule.
- Paludina Mazeli* Roule.
- Physa galloprovincialis* Math.
- Limnæa Cureti* Caziot.
- Lychnus Marionis* Roule.
- s* — Calcaire dur, gris taché de jaune, passe dans le bas à une marne grise et jaune : Mas de Giraudon ou des Arnauds. 10^m
- t* — Calcaire gris, puis marne rose. 4^m
- u* — Calcaire à surface dure, marne grise, marne jaune. 15^m
- v* — Calcaire gris sombre à nodules noirs.
- Bulimus proboscideus* Math.
- Cyclotus primævus* Sandbg.
- Quelques lits de calcaire schisteux à fossiles blancs (tendance à un faciès ligniteux), renfermant *Cyclophorus Heberti* Roule semblable à ceux de Puylobier et de Peynier. 20^m
- x* — Marne. 20^m
- v'* — Calcaires gris sombre, à nodules noirs.
- Bulimus proboscideus*.
- Paludina* cf. *Mazeli* tours plus plats, moins arrondis.
- x'* — Marnes, calcaire concrétionné bacillaire, puis gros nodules de limonite et d'oligiste.
- y* — Surface corrodée, irrégulière, de l'Urgonien.

(1) J'ai appelé le *Pupa* des Pennes *P. undulata* Math. Je crois plutôt aujourd'hui devoir le rapporter au *P. patula*.

(2) *Assoc. franç. p. avanc. Sciences*, session de Limoges, 1890, p. 360.

(3) *Math. Bull. soc. malacolog. de France*, t. VII, Juin 1890.

Après l'affleurement des marnes *x*, les couches prennent pendant quelque temps une pente inverse, puis reviennent bientôt à plonger nord, ce qui fait affleurer la base extrême de la formation d'eau douce, que l'on voit s'appuyer sur l'Urgonien en *x'*. Les calcaires et marnes qui se montrent après l'anticlinal, ne sont d'ailleurs que la répétition de ceux qui précèdent, *v* et *x*, car un peu à l'ouest de la ligne de coupe, on voit, par une profonde érosion à travers l'anticlinal dégénéré en une petite faille, les marnes *x* superposées à l'Urgonien, par l'intermédiaire du lit de nodules ferrugineux.

Il ne paraît pas y avoir de bauxite proprement dite sur cette coupe, mais les rognons de limonite et d'oligiste qui couvrent l'Urgonien, sont identiques à ceux qui, ailleurs, sont associés à la bauxite. Ils sont placés dans la même position que cette roche occupe près de là, à St-Remy, aux Baux ; ils appartiennent évidemment à cette formation, qu'ici ils sont seuls à représenter.

Les calcaires *v* sont absolument pareils aux calcaires à *Bulimus proboscideus* de Puylobier. Ce sont de gros bancs compacts, arides et nus sur de grandes surfaces, surtout en *v'* ; gris sombres dans l'intérieur, remplis de nodules dont la section forme souvent des taches noires dans la cassure de la roche. Tous ces traits établissent entre les deux gisements une identité complète. Et c'est justement dans ces couches qu'à Orgon, comme à Puylobier et à Peynier, est exclusivement confiné le *Bul. proboscideus*, d'après les coupes ci-dessus et d'après les observations que j'ai pu faire plus près d'Orgon. Dans les coupes de M. Caziot, le *B. proboscideus* est d'ailleurs toujours cité dans les bancs inférieurs.

Au-dessus des calcaires gris à *Bulimus proboscideus*, nous ne voyons pas dans le bassin de la Durance les calcaires bien lités, généralement marneux, en petits bancs, qui alternent avec des lits de lignite dans le bassin du Lar. Il n'y a ni le lignite ni ces légions de Corbicules, de Mulettes, de Mélanies qui peuplent l'assise des lignites. Cela ne veut pas dire que les sédiments de cet âge manquent dans le bassin de la Durance. La série est parfaitement continue et va beaucoup plus haut. Seulement le Fuvélien appartient ici à un autre faciès (probablement plus littoral) que celui de la vallée du Lar. Il y a unité de faciès depuis les premières couches d'eau douce jusqu'à celles de la chapelle Saint-Roch qui renferment la faune de la barre de Rognac (1). Dans ces conditions, la faune

(1) C'est à ces dernières couches et à celles qui les supportent, en descendant jusqu'à celles de la Bégude, de Mimet, du Pont de Velaux, exclusivement, qu'il conviendrait, à mon avis, de réserver le nom de Rognacien.

des couches qui représentent les lignites de Fuveau, tend à se confondre avec celle des couches à Physes de Mimet et de la Bégude, ou Bégudien.

Les couches *n* à *u* représentent donc à la fois le Fuvélien et le Bégudien. La faune de cette dernière assise *y* est parfaitement caractérisée par l'abondance de *Physa galloprovincialis*, *Cyclophorus heliciformis*, *Lychnus Marionis*, par la présence d'*Anostomopsis rotellaris*, *Cyclophorus Heberti*, *Paludina Mazeli*.

Quant aux calcaires de Rognac, des Pennes, ils sont représentés par les calcaires *m*, où *Pupa patula*, *Megaspira* conforme à ceux de la barre de Rognac, *Leptopoma Baylei*, *Cyclophorus Luneli*, *Cyclotus solarium*, témoignent nettement de leur âge.

Au-dessus se développe une puissante série éocène, *l* à *b*, vers le sommet de laquelle, de même qu'au Montaiguët, se trouve le *Bulimus Hopei*. Celui-ci marque le niveau de l'Éocène moyen et il y a dans les bancs de *l* à *d* de quoi représenter l'Éocène inférieur.

M. Roule (1) a attribué à l'Éocène la partie supérieure de la série d'eau douce des Alpihes. Il n'y cite d'ailleurs d'autre fossile que *Physa Draparnaudi* Math. Depuis lors M. Depéret, puis tout dernièrement M. Pellat (2), y ont signalé le *Bulimus Hopei*. M. Roule a remarqué la prédominance du calcaire dans l'Éocène d'Orgon. Il rapproche avec raison ce fait de celui de même nature qu'on peut observer à Ventabren. La même modification existe d'ailleurs dans la partie crétacée du système d'eau douce.

Il y a du sud au nord des Bouches-du-Rhône, dans toute la série d'eau douce crétacéo-éocène :

- 1° Une diminution dans l'épaisseur des sédiments;
- 2° Une prédominance du calcaire;
- 3° Un amoindrissement des argiles et des grès.

Les matériaux grossiers qu'apportaient les courants venus des Maures et de l'Estérel se déversaient dans le bassin actuel du Lar et ne s'étendaient pas dans la région qu'occupe la vallée de la Durance.

C'est par suite de cette diminution d'épaisseur des dépôts du sud au nord que toute la formation d'eau douce depuis les couches inférieures de Peynier jusqu'aux calcaires du Montaiguët se trouve représentée dans un espace relativement très restreint sur le revers nord des Alpihes. L'absence d'assises gréseuses et de marnes rouges abondantes isolant les assises calcaires de divers âges, en même temps que le défaut de l'épisode des lignites dans ce quartier a

(1) Terr. fluvio-lac. inf. de Provence. *Ann. sc. géol.*, t. XVIII, 1886.

(2) *C.-R. somm. S. G. F.*, 21 mai 1891.

contribué à faire méconnaître la complexité des dépôts lacustres du nord des Alpilles.

En résumé, le *BULIMUS PROBOSCIDEUS* d'Orgon étant dans des calcaires identiques par leur aspect, à ceux du Puylobier et de Peynier, séparés de l'horizon de Rognac par une épaisseur considérable pour la région, de couches capables de représenter le Fuvélien et le Bégudien, je considère les couches à *BULIMUS PROBOSCIDEUS* d'Orgon comme appartenant à l'étage local dit Valdonnien, le plus ancien des étages d'eau douce de la Provence, et la série lacustre comme étant sans interruption jusqu'au-dessus de l'Éocène moyen à *Bulimus Hopei*.

Le trait qui, sur ma carte de l'extension des dépôts crétacés dans la Basse Provence, récemment publiée dans le Bulletin, représente la limite des couches de Fuveau, peut être légèrement dévié et prolongé vers le N. O., de façon à aller passer par Cavaillon, puisqu'à l'âge de Valdonne, Orgon était déjà envahi, pour rester couvert au moins jusqu'au milieu de l'Éocène.

SUR L'ATTRIBUTION AU CARBONIFÈRE
DES SCHISTES A *OLDHAMIA* DU PAYS DE LUCHON (1),

par M. CARALP.

En 1888, M. Charles Barrois a décrit et figuré dans les *Annales de la Société géologique du Nord* (2), des empreintes en relief recueillies par M. Maurice Gourdon dans les environs de Jurvielle (Haute-Garonne). Parmi ces empreintes « déformées, étirées », et par suite très confuses, notre savant collègue de Lille a remarqué des sortes de frondes qu'il attribue à des *Oldhamia*. La découverte de ce fossile fournirait à la géologie pyrénéenne une donnée précieuse, si sa nature organique était bien démontrée, et si, d'autre part, on était en présence d'une forme cambrienne. Or, M. Barrois constate qu'elle s'écarte notablement des *Oldhamia* (*O. radiata*, *O. antiqua*), décrits par Forbes; aussi en fait-il une espèce nouvelle sous le nom de *Oldhamia Hovelaquei*, la considérant comme étrangère à la faune primordiale.

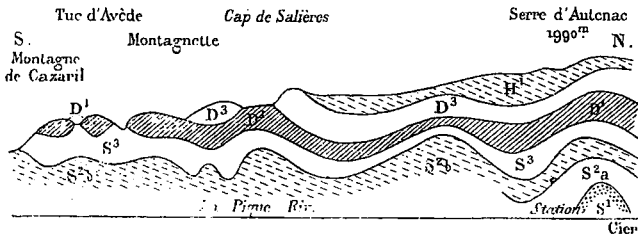
Il m'a paru intéressant de chercher à quel niveau se rapportent les empreintes de Jurvielle. L'existence du Cambrien dans des parages où, à la suite de Leymerie, je n'ai rencontré que des terrains paléozoïques supérieurs, m'aurait causé quelque étonnement. Une ascension que j'ai faite en août 1890 dans la montagne d'Autenac, pour le relevé géologique de la feuille de Bagnères, m'a donné la solution de ce problème : j'ai recueilli, en effet, au sommet même de cette montagne, bien connue des baigneurs de Luchon, sur les vastes pelouses qui en forment le couronnement, des empreintes identiques à celles de Jurvielle. Il résulte de mes observations que les schistes roussâtres ou noirâtres, avec parties gréseuses, qui les renferment, remplissent une sorte de cuvette creusée au sein des calcaires amygdalins à *Goniatites* relevant, comme on le sait, du Dévonien supérieur. Ces conditions de gisement les placent sur l'horizon des schistes carbonifères du Larbout (Ariège), à *Productus*, *Phillipsia*, *Posidonomia*, etc., logés également, ainsi qu'il ressort des coupes de M. Mussy, dans un pli des griottes. L'attribution au Carbonifère des schistes à *Oldhamia* d'Autenac ne semble donc pas douteuse.

(1) Note présentée dans la séance du 22 juin.

(2) Note sur l'existence du genre *Oldhamia* dans les Pyrénées. — *Ann. Soc. géol. du Nord*, tome XV, p. 154.

La coupe ci-dessous montre la position de cette assise intéressante et ses relations avec le Dévonien; elle part de la montagne de Cazaril qui se dresse au nord de Luchon en escarpements abrupts, suit, comme celle donnée par Leymerie (1), la crête sud-nord qui sépare la vallée d'Oueil de celle de la Pique, et au niveau d'Autenac (1990^m) descend rapidement sur la station de Cier.

Fig. 1



Entre Bagnères et la serre d'Autenac tous les terrains paléozoïques des Pyrénées sont représentés, à l'exclusion du Houiller. Mais le long du thalweg on ne rencontre que le Cambrien et le Silurien, comme j'en ai montré dans ma coupe de la rive gauche de la Pique (2); sur la ligne de faite, au contraire, le Dévonien et le Carbonifère prédominent, s'entremêlant au début avec les étages inférieurs, mais régnant ensuite sans partage à partir du parallèle de Moustajon.

D'autre part, la stratigraphie de cette région est complexe, des plissements multipliés ramenant à des intervalles parfois très courts, les mêmes assises sous les inclinaisons les plus variables; les parties avoisinant Luchon et surtout la montagne de Cazaril, dont j'ai naguère cherché à expliquer la structure (3), présentent ce caractère au plus haut degré. Du côté de Cier, les plis sont pareillement multipliés; mais les ondulations se font avec plus d'amplitude et les divers terrains s'imbriquent d'une façon plus régulière; aussi est-ce du côté du nord qu'il nous paraît préférable d'aborder l'étude de ce massif, bien que dans la pratique la raideur des pentes et l'épaisseur des forêts rende l'observation plus pénible et plus difficile.

Quand on gravit, à partir de Cier-de-Luchon, les flancs de l'Autenac, on trouve tour à tour, disposées en un vaste anticlinal, les assises suivantes (4):

(1) Les Pyrénées de la Haute-Garonne, 1881, Toulouse. Atlas, planche I, fig. 1.

(2) Hauts massifs des Pyrénées centrales, 1888. Privat, Toulouse, p. 386.

(3) *Op. cit.*, p. 402.

(4) J'ai exposé tout au long dans mes Etudes géologiques (2^{me} et 4^{me} parties), les considérations de divers ordres qui m'ont servi de base pour classer les plus anciens dépôts. Le Carbonifère étant seul en cause dans cette note, je n'insisterai pas davantage sur ce point, me réservant de produire plus tard de nouveaux arguments en faveur du groupement que j'ai proposé.

- S¹. — CAMBRIEN. — Schistes siliceux, ordinairement rubanés, avec quartzites subordonnés, formant un massif rugueux, aride, auquel est adossée la station de Cier.
- S^{2a}. — ORDOVICIEN INFÉRIEUR. — Schistes carburés de Montmajou, pyritifères et couverts d'efflorescences vitrioliques et alumineuses, parfois chargés de chialstolite. Ils entourent d'une bordure noirâtre l'îlot cambrien. Horizon d'Arenig (c'est dans ces schistes carburés inférieurs que, dans la vallée d'Orle, j'ai signalé des Graptolites dendroïdes).
- S^{2b}. — ORDOVICIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR. — Calschistes à Encrines, avec calcaires et schistes subordonnés. — Horizon du calcaire métallifère de la haute chaîne. — La partie supérieure correspond au calcaire à *Echinospaerites* de Montauban; elle comprend aussi les schistes à *Orthis budleighensis*, *Trinucleus*, *Monograptus lobiferus*, etc., du Saint-Gironnais.
- S³. — ÉTAGE BOHÉMIEN (Silurien supérieur). — Schistes carburés à Graptolites (*Monograptus priodon*, etc.) et calcaires généralement ampéliteux à Orthocères (*Orthoceras bohemicus*, etc.) et à *Cardiola interrupta*. — Ici même, dans cette bande qui est presque partout fossilifère, M. Gourdon a trouvé des Graptolites et des Orthocères.
- D₁. — DÉVONIEN INFÉRIEUR. — Calcaires et calcschistes à Encrines et *Phacops*, avec intercalations de schistes argileux manganésés; ceux-ci, généralement supérieurs aux calcaires, correspondent à l'horizon des schistes à *Phacops* de Cathervielle.
- D³. — DÉVONIEN SUPÉRIEUR. — Calcaires amygdalins de diverses couleurs, à Goniatites, Clyménies, Encrines, etc.; avec alternances schisteuses. — Horizon des griottes.
- H¹. — CARBONIFÈRE INFÉRIEUR. — Schistes argileux à *Oldhamia* du sommet de l'Autenac, entremêlés de bancs calcaires avec filonnets de quartz.

Les mêmes assises, sauf les plus inférieures, se retrouvent sur la crête quand on la remonte du sud au nord à partir de Cazaril; toutefois elles sont affectées d'ondulations nombreuses qui peuvent dérouter le stratigraphe. Mais, chacune d'elles, après avoir suivi, comme le montre notre coupe, un cours plus ou moins flexueux, plonge finalement vers le nord pour passer sous les schistes carbonifères; elles constituent par leur ensemble l'aile sud d'un vaste synclinal, dont j'ai décrit tout à l'heure le bord septentrional. Par suite, le Silurien supérieur, le Dévonien inférieur, le Dévonien supérieur disparaissent tour à tour de l'arête faîtière, cédant la place, au-delà du Cap des Salières, aux schistes carbonifères qui s'étendent par le Cap de Bassia et l'Autenac jusques aux confins de la Barousse.

Il résulte de cet exposé que les schistes à *Oldhamia* occupent nettement un niveau plus élevé que les griottes. En parcourant l'ouvrage de Leymerie sur la Haute-Garonne, je viens de voir que ce géologue était arrivé aux mêmes conclusions en ce qui concerne le sommet de l'Autenac: il admet aussi, comme en témoigne la

coupe déjà citée, que les schistes culminants forment une cuvette au sein des calcaires amygdalins; mais il les rattache comme ceux-ci au Dévonien supérieur. J'ai indiqué plus haut les motifs qui m'engagent à y voir du Carbonifère inférieur.

De l'Autenac, la bande schisteuse, qui occupe sur la crête plus de trois kilomètres de largeur, descend dans la direction de l'ouest vers Saint-Paul; elle gagne ensuite la haute vallée d'Oueil, dont elle suit à peu près constamment le thalweg jusqu'au port de Peyrefitte.

SUR LES TERRAINS QUATERNAIRES DES ENVIRONS DE TIARET, DÉPARTEMENT D'ORAN (Algérie) (1),

par M. **Jules WELSCH**

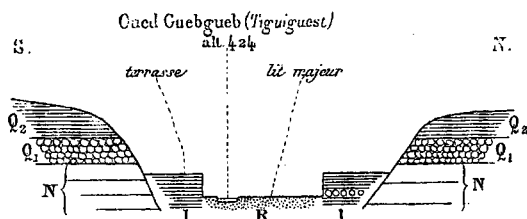
La ville de Tiaret est située à la limite de la région montagneuse du Tell (Atlas Méditerranéen) et des hauts plateaux oranais. J'ai déjà donné des renseignements dans le Bulletin de 1889-90 et dans celui-ci, sur les divers terrains (Crétacé, Jurassique et Miocène), qui se rencontrent dans le voisinage.

Les terrains quaternaires occupent principalement le fond des vallées du Tell et le plateau du Seressou à l'est de la route de Tiaret à Goudjila. En dehors de ces deux cas, on trouve dans tous les bas-fonds des couches de cailloux roulés et de limon qui représentent les dépôts quaternaires et récents.

Malheureusement, les restes fossiles sont excessivement rares dans toutes ces formations. Je donnerai seulement quelques indications pour montrer les relations de ces différents dépôts entre eux.

Coupe de la vallée du Tiguiguest (Oued Guebgueb). — Elle est prise au-dessous de la cascade, perpendiculairement au cours de la

Fig. 1



rivière, en face du confluent de Chabet tida er Rarbia, et un peu plus bas que le gué de la route de Tiaret à Ammi-Moussa. Dans cette partie de son cours, la rivière porte le nom d'Oued Guebgueb (ou Kabekabe) feroun.

Les deux flancs de la vallée sont constitués par des marnes schisteuses grises avec nombreuses intercalations de grès, que je rapporte au terrain crétacé inférieur. Les couches sont presque horizontales et paraissent se correspondre des deux côtés de la vallée, malgré la distance de 500 mètres qui les sépare.

Quaternaire ancien. — Au-dessus des bancs crétacés N, on voit

(1) Note présentée dans la séance du 22 juin 1891.

des couches épaisses de cailloux roulés Q_1 , surmontées de marnes argileuses rougeâtres Q_2 . Elles occupent les parties supérieures des coteaux qui bordent la rivière et se correspondent, les couches étant à peu près horizontales. On voit que la vallée actuelle n'a été ouverte qu'après leur dépôt.

L'assise Q_1 est composée principalement de cailloux roulés de toutes dimensions; les plus gros reposent directement sur les couches crétacées; la pâte, qui réunit les éléments, est identique aux argiles supérieures Q_2 .

L'assise supérieure Q_2 est un limon argileux d'un rouge jaunâtre, qui renferme de nombreux grumeaux calcaires et quelques petits lits de sable et gravier. Elle occupe les croupes et les plateaux de toutes les collines voisines de la rivière. De loin, sa teinte est d'un rouge safrané particulier, qui permet de la suivre facilement. On ne la trouve pas dans les bas-fonds actuels, c'est-à-dire près des bords des rivières.

On peut étudier les détails de ce terrain quaternaire, à la montée de la route, avant la cascade de Tiguiguest. Le chemin a dû être taillé en tournants, dans ces couches, pour compenser la différence de hauteur due à la chute d'eau.

Quaternaire récent. — Le fond de la vallée est occupé par un limon gris présentant quelques zones intercalées de cailloux roulés. Il est formé de marnes plus ou moins calcaires, où la stratification est peu visible dans la masse. On ne la reconnaît que grâce aux couches lenticulaires de gravier et de cailloux roulés. Le limon gris repose quelquefois sur les assises du Quaternaire ancien, mais le plus souvent il s'appuie directement sur les couches crétacées. Le lit majeur de la rivière est creusé dans cette assise limoneuse *l*. Celle-ci forme, par suite, une petite terrasse de chaque côté de l'oued Tiguiguest. Ces terrasses sont taillées à pic au-dessus du grand lit, et les berges, ainsi formées, facilitent l'examen de ces couches.

L'apparence du limon est absolument différente de celle du Quaternaire ancien. Ce dernier est toujours rougeâtre, et ses cailloux sont recouverts d'une pátine rouge, due à la gangue qui les réunit. Au contraire, le limon et ses cailloux roulés ont une teinte grise.

Le lit majeur de la rivière est occupé par des alluvions récentes, formées de vase, de gravier et de cailloux roulés. Elles sont couvertes de touffes de broussailles et de palmier-nain. L'eau coule tantôt sur un point, tantôt sur un autre.

La coupe précédente montre nettement les différences de situa-

tion présentées par les dépôts que j'appelle *Quaternaire ancien*, *Quaternaire récent* et *Formations actuelles*.

Toutes les rivières du Tell montrent ces dispositions réciproques des couches quaternaires et récentes. Il en est de même pour le plateau du Seressou.

Terrain quaternaire ancien (Assises Q).

C'est la formation qui est aussi appelée, par M. Pomel, *atterrissements anciens*, *terrain subatlantique*. Il a montré ses caractères généraux et la grande uniformité qu'elle présente dans le nord de l'Afrique. L'absence de documents paléontologiques ne permet pas d'en fixer l'âge avec certitude.

Cette formation occupe tout le plateau du Seressou, dans ses parties centrale et orientale, où elle recouvre le terrain crétacé. Elle s'appuie au sud contre le terrain jurassique du Nador, et au nord contre les assises miocènes.

A Goudjila, on voit des couches de cailloux roulés se relever au contact du Jurassique. On reconnaît là un cône de déjection, qui a comblé le ravin de la source du Ksar.

Ce sont des couches de poudingues assez solides, les éléments ont été cimentés. Ces cailloux proviennent principalement des dolomies jurassiques qui sont au-dessus. Ils sont peu roulés; ce sont des fragments polyédriques, dont les angles sont émoussés. Ces bancs de poudingues sont un peu inclinés; ils plongent légèrement à l'ouest, c'est-à-dire dans la direction où s'ouvrirait le ravin. On peut les suivre jusque dans la gorge supérieure, et on voit bien qu'ils sont arrivés par là. Si on se place au sommet, on constate que la surface du dépôt est toujours conique.

Quaternaire récent. — Limon gris (Assise l).

Cette formation est encore générale dans le nord de l'Afrique. Ce sont les *dépôts limoneux du fond des vallées* de M. Pomel.

On peut constater leur présence dans tous les bas-fonds du Tell, et même dans les dépressions du Seressou, sur le bord des rivières. Dans ce dernier cas, cependant, la formation est peu épaisse.

Caractères minéralogiques. — C'est toujours un limon argilo-calcaire, de couleur grise, à grain fin en général. Il est assez cohérent pour que la masse puisse présenter des berges à pic sur le bord des rivières. Les bancs peuvent être épais de 50 centim. à 1 m., et leur intérieur paraît homogène, sans stratification distincte. C'est un mélange intime d'argile, de calcaire et de sable très fin.

On remarque, dans son épaisseur, beaucoup de zones de cailloux roulés, affectant une forme plus ou moins lenticulaire, mais n'occupant jamais une hauteur déterminée sur une grande étendue. Elles paraissent à peu près horizontales, au moins comme moyenne.

On peut étudier cette formation dans les parties basses de toutes les vallées; en particulier, sur les bords de la Mina, aux alentours du caravansérail de Temda, au nord de Tamendel, sur les bords du Tillilal et du Tiguiguest, sur les rives de l'Oued Lehou et de l'Oued el Taht. Dans le Seressou, les bords de l'Oued Sousselim sont formés de limon gris analogue, avec nombreux *Melanopsis præmorsa* Dupuy, encore vivant sur les lieux.

On remarque que la surface en est toujours remarquablement plate, c'est essentiellement un dépôt de comblement.

Caractères paléontologiques. — On y trouve uniquement des coquilles terrestres des genres *Helix*, *Bulimus*, etc. Elles paraissent identiques aux espèces vivant encore actuellement à la surface du sol. Malheureusement, je n'ai pu recueillir suffisamment de mollusques vivants pour la comparaison. Du reste, ces régions n'ont pas encore été très visitées par les malacologistes.

En tous les cas, dans les grandes plaines du Tell, comme la Mitidja d'Alger, tous les mollusques du limon gris sont identiques à ceux qui vivent encore à la surface du sol.

Différences stratigraphiques entre le Quaternaire ancien et le limon gris. — La coupe de l'Oued Tiguiguest montre suffisamment la différence des positions occupées par ces deux formations. Les dépôts quaternaires anciens se sont formés dans les grandes dépressions du Tell et des Hauts-Plateaux; on les voit affleurer principalement sur les bords des vallées et des plaines.

Il y a eu ensuite une grande période d'érosion qui a donné naissance aux vallées actuelles. Les mouvements du sol ont dû être très restreints ou nuls, car on ne voit pas trace de plissements ou de dislocations.

Dans les dépôts du Quaternaire ancien, on peut même dire que les inclinaisons de couches que l'on observe quelquefois proviennent du mode de formation, comme pour le cône de déjection de Goudjila.

L'érosion a tracé les vallées actuelles dans ces dépôts d'alluvions anciennes. Une fois formées, le limon s'est déposé en contre-bas, comme on le voit sur la coupe.

Plus tard, les rivières actuelles ont creusé leur lit dans les dépôts limoneux.

En réalité, les dépôts actuels des rivières ont absolument le même

aspect que le limon gris. Souvent, on ne peut pas les distinguer. Cette similitude, jointe aux arguments paléontologiques, suffirait peut-être par ramener l'époque de formation du limon gris au début de la période actuelle.

La principale différence entre les dépôts détritiques des vallées et des plaines s'établit entre le Quaternaire ancien et le limon gris. Il y a là un véritable hiatus, indiquant un changement dans le régime de la contrée. Les rivières actuelles peuvent, dans leurs périodes de crue, former des dépôts analogues au limon gris, mais je ne crois pas qu'aucune pourrait rouler des masses de cailloux comparables à ceux qui caractérisent le Quaternaire ancien.

Dépôts actuels. — Aucune des rivières des environs du Tiaret et de Frenda ne paraît actuellement capable de former des dépôts analogues, même au limon gris. Leur régime est tellement régulier dans ces régions spéciales, que je ne crois pas qu'elles puissent franchir les berges qui les encaissent. Elles se contentent de remanier les alluvions de leur lit.

NOTE SUR QUELQUES TYPES DE MONOCOTYLÉDONÉES
DE SAINTE-JUSTINE ET DE SASSELLO (1),

par M. S. SQUINABOL

(Pl. XVI et XVII.)

Au milieu de l'Apennin de Ligurie, tout près de Savone, on trouve, à Sainte-Justine et à Sassello, un petit bassin tongrien, qui a fourni un grand nombre de végétaux, presque tous bien conservés, et dont j'ai déjà étudié les Cryptogames, à l'exception des Champignons, et les Gymnospermes (2).

Je crois que, cette étude terminée, l'on connaîtra l'une des plus riches flores fossiles, peut-être plus riche encore que celle d'OENINGEN, qui compte 467 espèces décrites, et que celle des gypses d'Aix, qui ne comprend pas moins de 500 espèces différentes.

Parmi les Cryptogames je rappellerai, outre les Algues, le *Chara Meriani* Al. Br., deux espèces de *Chrysodium* à frondes pennées, une Polypodiacee voisine du genre *Pleuridium*, un *Pellaea*, un *Adiantum*, des *Pteris*, *Blechnum*, *Woodwardia*, *Aspidium*, *Asplenium*, *Goniopteris*, des Hyménophyllées et des Schizéacées, au total 39 espèces, dont je reproduis ici la liste, en notant par un astérisque les espèces nouvelles que j'ai décrites :

Zoophycos funiculatus, Sacco; *Z. pedemontanus*, Sacco; *Z. Gastaldi*, Sacco; **Flabellophycos ligusticus*, Squin.; *Chara Meriani*, Al. Br.; *Equisetum Parlatorii*, Schimp.; *Chrysodium Lanzeanum*, Vis.; **Chrysodium Doriae*, Squin.; **Polypodium Isseli*, Squin.; **Pellaea Saportana*, Squin.; **Adiantum deperditum*, Squin.; *Pteris ceninensis*, Ung.; *P. crenata*, Webb; *P. inequalis*, Heer; *P. blechnoides*, Heer; *P. ruppensis*, Heer; **P. Perrandi*, Squin.; **P. ligustica*, Squin.; **Blechnum molassicum*, Squin.; **B. woodwardiae-forme*, Squin.; *Woodwardia Rössneriana*, Ung.; *W. Rhadamanti*, Ettingsh.; **Asplenium bilobum*, Squin.; *Plenasium lignitum*, Gieb.; **Hypolepis amissa*, Squin.; *Goniopteris stiriaca*, Heer; *G. polypodioides*,

(1) Note présentée dans la séance du 22 juin 1891. L'auteur n'étant pas membre de la société, cette note n'a été insérée que sur une décision du Conseil en date du 24 juin 1891.

(2) S. Squinabol.— *Contribuzioni alla Flora fossile dei terreni terziarii della Liguria*. I. *Fucoidi ed Elmintoidee*. (Boll. Soc. Geol. Ital. vol. VI. Roma, 1887. — II. *Caracee e Felci*. Genova 1889. — III. *Supplemento alle Crittogame. Gimnosperme*. Genova, 1891. — *Contribuzioni alla Flora fossile dei terreni terziarii della Liguria*, I. *Alge* (Ristampa della I parte con esclusione delle Elmintoidee). Genova, 1891.

Ettlingsh. ; *G. helvetica*, Heer ; *Aspidium Meyeri* (?) Heer ; *A. Fischeri*, Heer ; *A. Escheri* (?) Heer ; **A. Apenninicum*, Squin. ; **A. oligocenicum*, Squin. ; **A. Pareti*, Squin. ; **Trichomanes Sacchi*, Squin. ; **Hymenophyllum Beccarii*, Squin. ; *Lygodium Kaulfussi*, Heer ; *Aneimia subcretacea* (?) Sap. ; **An. sepulta*, Squin.

C'est, comme l'on voit, une flore très riche en fougères, et le nombre de celles-ci pourra certainement s'accroître encore en poursuivant les recherches, comme le font espérer quelques fragments de frondes, trop insignifiants pour être classés, mais assez visibles pour attester dès à présent l'existence d'autres genres ou d'autres espèces de cette classe de Cryptogames.

J'ajouterai même dès maintenant à cette liste un *Chrysodium* nouveau, que je nomme *Chr. strictum* (Pl. XVII, fig. 3) ; il est caractérisé par la grandeur des aréoles formées par les nervilles et par l'obliquité de leur diamètre longitudinal par rapport à la nervure médiane. Cette obliquité n'est aussi forte ni dans le *Chr. Lanzeanum*, ni dans le *Chr. Doricae*, encore moins dans les *Chrysodium* de la flore d'Aix ou dans le *Chr. splendidum* Sap., de Manosque, même dans les pinnules terminales de ces diverses espèces. Ces aréoles, polygonales, en général quadrangulaires, sont, comme on le voit par la fig. 3, Pl. XVII, près de trois fois plus grandes que celles du *Chr. Lanzeanum*, du *Chr. Doricae*, ou du *Chr. splendidum*.

Je ne le compare pas aux *Chrysodium* des gypses d'Aix, qui sont tout à fait différents. Un échantillon qui, peut-être, se rapproche de cette espèce, est la pinnule figurée par M. St. Gardner, sous le nom de *Chr. Lanzeanum*, à la fig. 2, Pl. II, de sa Monographie de la flore éocène d'Angleterre ; cependant, il y a encore une grande différence au point de vue de l'obliquité des aréoles sur la nervure médiane, et l'espèce de Sainte-Justine a une forme bien plus lancéolée.

Une autre espèce qu'on pourrait comparer à cette dernière, au moins pour la grandeur des aréoles, est le *Gymnogramme Gardneri* Lesq. du Colorado, que M. le marquis de Saporta incline d'ailleurs à considérer comme un *Chrysoitium*.

Je donne au *Chr. strictum*, qui, au surplus, ressemble aussi à quelques *Tenitis*, comme le *T. blechnoides* Swartz, des Philippines et de Java, la diagnose suivante :

« *Chr. pinnulis acute lanceolatis, nervo primario gracili, recto, secundariis angulo valde acuto emissis, in areolas elongatas, magnas, confluentibus* ».

Je ferai remarquer ici en passant que la présence de certaines espèces déjà connues, telles que *Aneimia subcretacea*, Sap. ; *Lygo-*

dium Kaulfussi, Heer ; *Chrysodium Lanzeanum*, Vis. ; et les nombreuses espèces nouvelles, me font douter que, tout au moins à la base du gisement de Sainte-Justine, il y ait un niveau de passage entre le Tongrien et l'Eocène, si toutefois il ne s'agit pas en réalité des étages supérieurs de ce dernier horizon.

On pourrait encore ajouter, comme argument dans ce même sens, la présence des Alectoruridées, qui, tout en formant une des classes les plus controversées du règne végétal, appartiennent à des types qui se lient étroitement aux flores algologiques des mers secondaires et paléozoïques.

Les Gymnospermés, dont la description vient de paraître, ne sont pas aussi variées et aussi nombreuses que les Cryptogames, et parmi elles on ne voit pas la section des Cycadinées, qui viendraient fort à propos à l'appui de l'attribution du gisement de Sainte-Justine à un horizon plus ancien que le Tongrien. J'y ai pourtant retrouvé les Conifères du Miocène ancien, tels que *Pinus palæostrobus*, Ettingsh. ; *Sequoia Langsdorfi*, Brongn. ; *Taxodium distichum miocenum*, Heer ; *Glyptostrobus europæus*, Brongn. ; celui-ci avec des formes très voisines de cette variété grêle pour laquelle M. Gardner avait établi une espèce nouvelle sous le nom de *Taxodium eocenum* ; et de plus un *Pinus* nouveau de la section *Strobus*, dont le représentant actuel doit être cherché, selon moi, dans le *Pinus monticola*, Dougl. de la Californie du Nord, et un *Abies*, malheureusement trop peu conservé pour en permettre la classification spécifique. Je pense, en outre, bien que très dubitativement, que certains strobiles mal conservés pourraient représenter le *P. Plutonis* et le *P. Bowerbanki*, tous les deux de l'Eocène anglais. Enfin, un véritable *Cryptomeria* vient témoigner de la présence, sur le sol de la Ligurie d'autrefois, de ce genre, aujourd'hui relégué au Japon.

Du reste, voici les espèces de Gymnospermes que j'ai cru reconnaître parmi les empreintes de Sainte-Justine et de Sassello :

Pinus sp. ; *P. palæostrobus*, Ettingsh. ; **P. Capellinii*, Squin. ; *Abies* (*Picea*) sp. ; *Sequoia Langsdorfi*, Brongn. ; *S. Tournalii*, Sap. ; *Taxodium distichum miocenum*, Heer ; *Glyptostrobus europæus*, Brongn. ; *Cryptomeria Sternbergii* (Göpp.) Gardner ; *Ephedra* (?) ou *Philibertia* (?) .

Le manque ou, pour mieux dire, la rareté des Conifères, laquelle n'indiquerait, d'ailleurs, que l'absence de montagnes considérablement élevées, est compensé par la richesse et la variété des Monocotylédonées, dont j'ai presque terminé l'étude. Celle-ci m'a fait connaître toute une foule d'espèces, en partie déjà décrites, d'autres non seulement nouvelles, mais attribuables à des types

trouvés pour la première fois, à ce que je crois du moins, à l'état fossile, et qui méritent sans doute cette note préliminaire.

Parmi les premières, je citerai, pour les Graminées, le *Phragmites ceningensis*, Heer; pour les Cypéracées, le *Cyperites margarum*, Heer; le *Cyperus reticulatus*, et diverses espèces figurées par le marquis de Saporta dans ses *Dernières adjonctions à la Flore fossile d'Aix en Provence*, telles que *Cyperites effossus*, Sap.; *Cyperites assimilis*, Sap.; parmi les Smilacées, les *Smilax grandifolia*, Ung.; et *Smilax Coquandi*, Sap.; parmi les Iridées, l'*Iridium latius*, Sap.; parmi les Typhacées, le *Typha latissima*, Al. Br. et le *T. angustior*, Sap. (représenté par des exemplaires de plus de 50 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi de largeur), et le *Sparganium valdense*, Heer.

Je mentionnerai, quant aux Palmiers, que, jusqu'à présent, je n'ai pu retrouver à Sainte-Justine le *Phœnicites Pallavicinii*, Sism., typique de Cadibona; au moins je n'ai trouvé aucun *Phœnicites* avec les caractères indiqués par M. Sismonda, et surtout avec celui de la granulation fine qui donne aux feuilles l'aspect chagriné qui, d'après cet auteur, est un des caractères les plus marqués de l'espèce en question. J'ai trouvé, au contraire, le *Phœnicites spectabilis*, Ung., représenté par des échantillons magnifiques, et quelques-unes des espèces décrites par M. Visiani dans le Tertiaire de la Vénitie.

Je remarquerai aussi la rareté des *Sabal*, dont je n'ai trouvé que quelques petits fragments, et la présence du *Flabellaria hœringiana*, (Ung.) Schimp.

Pour en finir avec les espèces déjà connues, je citerai, entre autres, la présence d'un *Caulinites* très voisin du *C. loipopytis*, Mass. de l'Éocène de Monte Pastello, si toutefois il n'est pas le même, comme je l'avais cru tout d'abord, et de l'*Arundo (Donax) Göpperti*, (Münst.) Heer.

Avant de passer aux espèces nouvelles, je ferai observer que, jusqu'à présent du moins, je n'ai trouvé, parmi les 2500 échantillons qui forment la collection des végétaux de Ste-Justine et de Sassello, aucun vestige ni de *Potamogeton*, ni d'*Alisma*, ni de *Sagittaria*, bien que tout porte à croire qu'il s'agissait à Sainte-Justine d'un pays marécageux, peut-être même de l'embouchure d'un fleuve roulant lentement ses eaux à la mer.

Comme je l'ai déjà dit, les espèces nouvelles sont nombreuses et très caractéristiques.

La famille des Cypéracées m'a donné un *Cyperus*, dont la marge est finement dentée (ce que je ne crois pas qu'on ait observé jusqu'à présent pour les espèces déjà connues) et auquel j'ai donné le nom

de *Cyperus Zeilleri* (Pl. XVI, fig. 3). Son aspect, tant dans l'ensemble que dans les détails, est tellement semblable à celui du *C. lucidus*, R. B. de la Nouvelle-Hollande, qu'on s'y tromperait si l'on pouvait retrouver l'espèce vivante fossilisée à côté de l'éteinte.

Un *Yuccites*, encore innommé, voisin du *Y. Cartieri*, Heer, représente les Yuccées, et la partie supérieure d'une feuille, avec ses épines marginales, vient témoigner de la présence des *Agave*.

Les Cannacées ont fourni, outre le *Cannophyllites antiquus*, Ung., deux espèces nouvelles, l'une d'un type non encore bien défini, représentée par la partie supérieure d'une feuille; l'autre voisine des *Thalia* actuels, qui me paraît devoir constituer un genre nouveau.

La première a une nervure médiane droite, se prolongeant jusqu'à l'extrémité supérieure de la feuille, avec des nervures secondaires arquées et formant un angle extrêmement aigu avec la nervure centrale. Quelques-unes de ces nervures surpassant le plan de la feuille font paraître sa surface tout ondulée et vont toutes se terminer à la marge de la feuille après l'avoir quelque peu suivie parallèlement.

L'unique espèce que je connaisse comme semblable à celle-ci, est le *Cannophyllites Unger*, Wat. de la partie supérieure des sables du Soissonnais, découverte à Belleu; mais cette dernière en diffère par ses nervures secondaires qui sont droites et non arquées.

Quant à la seconde, le nouveau genre dont elle forme le type est surtout caractérisé par la base des feuilles très arrondie, et non fusiforme comme dans les *Cannophyllites*; par les nervures secondaires qui partent de la médiane sous un angle presque droit à la base de la feuille, et par la cessation de la nervure principale bien avant l'extrémité supérieure de la feuille.

Un des échantillons de cette espèce est quelque chose de magnifique. Il présente trois feuilles presque entières, longues de 25 à 30 centimètres, larges de 14 à 17 cent., avec une nervure médiane qui n'a pas moins de 4 millimètres à la base, et des nervures secondaires capillaires qui, partant, comme je l'ai dit, à angle presque droit de la médiane vers la base, vont formant un angle d'autant plus aigu qu'elles sont plus supérieures.

Ces nervures secondaires se divisent en deux à quelques millimètres de la nervure médiane, précisément comme dans certains genres de fougères, tels que *Teniopteris*, *Acrostichum*, *Lomariopsis*. L'une des branches dérivées étant plus petite que l'autre, il en résulte cet aspect spécial que M. Unger a fait ressortir dans la description du *Cannophyllites antiquus* en disant que les nervures secon-

daires sont « *uno alterove firmiore* ». L'espèce vivante dont cette espèce fossile se rapproche le plus est le *Thalia dealbata*, de l'Amérique du Nord. Je serais tenté d'assimiler à cette espèce de Sainte-Justine le *Tæniopteris affinis*, Mass. et Vis. et en conséquence l'*Acrostichum Massalongianum*, Ettingsh., qui est la même chose, si ce n'était la grandeur et quelques détails de nervation dont je parlerai plus longuement dans un prochain mémoire sur les Monocotylédonées.

Aux Naïadées, outre le *Caulinites* déjà mentionné, appartient un très beau *Najadopsis*, trouvé dans le grès noirâtre inférieur comme les Cannacées précédentes, et assez voisin de deux autres espèces déjà connues, savoir le *N. major*, Heer et le *N. divaricata*, Ettingsh.

Il se présente avec des rameaux plus ou moins larges, quelquefois comme ceux du *N. major*, Heer; quelquefois, au contraire, extrêmement fins et à peine visibles à la loupe, et qui offrent une nervure médiane toujours bien marquée. Lorsque les rameaux sont plus larges, on voit tout près de leur marge deux autres nervures très fines, et des stries intermédiaires assez peu distinctes, qui pourraient bien être des nervures extrêmement délicates. Le caractère qui m'a conduit à en faire une espèce nouvelle est la ramification alternante et non dichotomique, comme dans les deux espèces que j'ai citées ci-dessus.

Venons maintenant aux végétaux plus intéressants et plus remarquables, c'est-à-dire aux Pandanées et aux Palmiers. Les seuls restes de *Pandanus* que je connaisse sont les cinq espèces décrites par M. d'Ettingshausen (trois de la Craie supérieure et deux miocènes), le *Pandanus Simildæ*, Stiehl., de la Craie du Hartz, et le *Pandanus Nordenskiöldi*, Geyl. du Tertiaire de Labuan (Bornéo).

Différent de toutes ces espèces, le *Pandanus* que j'ai trouvé dans la collection des végétaux de Sainte-Justine, est représenté par de magnifiques exemplaires, qui laissent voir tous les détails les plus minutieux de la nervation. Il se présente avec des feuilles assez longues (45 à 50 cent.) et larges de 40 à 50 millimètres, qui vont s'atténuant vers l'extrémité supérieure. Leur bord est élégamment armé d'épines très petites en forme de crochets pliés vers le haut de la feuille. Ces épines, qui sont ordinairement distantes de 1 millimètre l'une de l'autre, laissent plus d'espace entre elles vers la base des feuilles, sont plus longues, et au lieu d'être recourbées elles sont presque droites (Pl. XVI, fig. 4, 4 a, 4 b).

Quant à la nervation, qui est extrêmement curieuse, je ferai remarquer avant tout l'absence de nervure centrale bien marquée. Elle est remplacée par une nervure délicate un peu plus proémi-

nente que les autres et portée sur une petite carène. Chose étrange, cette carène ne laisse voir trace aucune d'organes épineux.

De part et d'autre de cette carène on voit deux nervures très robustes qui divisent la feuille en quatre bandes presque égales. Deux autres nervures de la force de la nervure médiane côtoient le bord de la feuille à une distance d'un demi-millimètre.

Entre chaque paire de ces nervures plus prononcées, on voit des nervules d'une très grande finesse qui, au nombre de 7, parcourent la feuille parallèlement aux autres à la distance d'un millimètre environ l'une de l'autre.

Enfin toutes ces nervures longitudinales sont unies entre elles par des nervilles transverses, flexueuses, non ramifiées, d'une finesse extrême, dont l'allure, mieux que par une description quelconque, sera comprise par l'inspection de la figure 4, Pl. XVI, qui reproduit avec toute fidélité un morceau de cette feuille de grandeur naturelle.

J'ai dédié ce *Pandanus* à M. C. d'Eltingshausen, qui a si bien étudié les espèces de ce genre de la Craie de Gosau et du Miocène inférieur de Sotzka et de Sagor. Ce *Pandanus*, différant beaucoup de ceux qui sont connus à l'état fossile, est très voisin d'une espèce vivante qui m'a été envoyée du jardin botanique de Pavie, sous le nom de *P. ornatus* (?). Celui-ci a toutefois les nervures transversales beaucoup plus serrées l'une contre l'autre.

Les Palmiers m'ont fourni d'abord des Phénicacées non encore définitivement nommées, mais très probablement nouvelles, notamment des frondes à segments supérieurs libres et à segments inférieurs soudés, qui me paraissent devoir se rapporter au genre *Hemiphœnicites*, Vis.

Je mentionnerai ensuite un *Flabellaria*, auquel j'ai donné le nom de *F. mediterranea*, que je place à côté du *F. Lamanonis*, Brongn., du *F. litigiosa*, Sap. et du *F. andegavensis*, Schimp. Il diffère de ces espèces par le pétiole qui est terminé en coin obtus à la face inférieure, exactement comme dans le *F. litigiosa*, Sap., mais presque brusquement tronqué à la face supérieure, plus encore que dans le *F. eocenica*, Lesq. du « Lignitic », ou que dans les espèces équivalentes de l'Eocène du Mans et d'Angers (Pl. XVI, fig. 1, 2).

L'ampleur de l'éventail de ce palmier était démesurée. Dans le Musée géologique de Gênes on en conserve une feuille présentant 1^m,40 de hauteur sur 1^m,13 de diamètre transversal. Mais M. Perrando me disait qu'il en avait trouvé une autre, de grandeur triple, qu'il ne put transporter à cause des grandes difficultés qu'il aurait eu à surmonter et des fortes dépenses qu'il aurait dû faire. Le bloc sur lequel est empreinte la feuille que possède le Musée de Gênes

pèse de 750 à 800 kilog. ; il est donc facile de s'imaginer le poids énorme qu'aurait eu l'autre échantillon.

Les Palmiers à feuilles pennées m'ont donné lieu de faire une découverte que j'estime assez importante en fait de plantes fossiles, celle de divers représentants de la tribu des Coccoïnées.

Outre un *Cocos* bien caractérisé par l'insertion des pennes sur le rachis, j'ai dû établir deux nouveaux genres pour une série d'empreintes qui ne me laissent aucun doute sur leur attribution. Et voici pourquoi : parmi les Palmiers de la tribu des Coccoïnées, qui, comme l'on sait, sont exclusivement américains, il y a une section, celle des Bactridées, qui diffère des autres par les feuilles armées d'épines plus ou moins robustes, soit dans le pétiole, soit sur la marge et sur le limbe. Cette section comprend les cinq genres : *Bactris*, *Desmoncus*, *Astrocaryum*, *Acrocomia*, *Martinezia*.

Ces genres ont ordinairement des feuilles pennées avec leurs segments divisés ; mais parfois les segments peuvent adhérer l'un à l'autre et former ainsi une feuille simple qui a l'extrémité supérieure fourchue.

Ce fait, qu'on vérifie dans les *Bactris*, *Astrocaryum* et dans certains *Acrocomia*, est cause que les épines qui ornent la marge des segments ne se présentent plus que sur les bords de la bifurcation supérieure et dans la marge externe des feuilles.

En laissant de côté les *Acrocomia*, qui sont armés plutôt de poils roides et courts que de véritables épines, on voit celles-ci, et en même temps la simplification des feuilles produite par la connexion des segments, dans les deux autres genres, déjà nommés, *Bactris* et *Astrocaryum*. Un fait exactement semblable se vérifie dans plusieurs exemplaires de Sainte-Justine, qui ont des feuilles à segments soudés et présentant une fourche supérieure armée d'épines bien visibles.

J'ai créé pour ces palmiers le nom générique de *Perrandoa*, en honneur de feu Deo Gratias Perrando qui les a recueillis, ne pouvant pas les placer dans l'un plus que dans l'autre des deux genres vivants ci-dessus cités. La seule espèce que j'aie retrouvée jusqu'à présent (*Perrandoa protogæa*, Squin.), a des feuilles d'une grandeur extraordinaire ; car, d'après les exemplaires conservés dans la collection du Musée géologique de Gênes, je n'hésite point à leur assigner une longueur de 12 à 14 mètres, et une largeur supérieure à 3 mètres.

Ces feuilles sont bifurquées à l'extrémité supérieure, comme je l'ai dit, et c'est précisément sur les bords libres de la fourche que sont très visibles les épines, insérées à distance variable l'une de

l'autre. Les inférieures laissent entre elles deux centimètres environ, tandis que, à une vingtaine de centimètres plus haut, elles sont à un centimètre de distance. Ces épines sont droites, fines; elles forment un angle aigu avec le bord et sont longues de 3 à 4^{mm}, comme il résulte de la figure 2, Pl. XVII.

Les segments dont sont formées les feuilles sont très nombreux, soudés l'un à l'autre, sauf dans certains points, où probablement le vent les a déchirés. Ils sont larges de 2 à 3 cent., droits, très longs, si bien qu'à l'extrémité supérieure de la feuille ils dépassent encore 50 cent., et vers la base 1 mètre et demi sans être terminés. Ils sont insérés sur le rachis à angle très aigu et parcourus longitudinalement par un grand nombre de nervures, près de 50 pour chaque segment. La nervure médiane est plus forte que les autres, enfoncée, accompagnée de chaque côté par 26 à 27 nervures très fines, sauf la dix-neuvième, qui est plus robuste que les autres; mais non autant que la nervure centrale.

Le rachis est peu visible, et l'angle formé par la fourche supérieure très aigu.

Les marges externes des feuilles n'étant pas visibles, je ne puis dire si elles sont également armées d'épines.

Au même groupe, je n'ose pas dire à la même espèce, je rapporte quelques fragments de troncs qui présentent des cicatrices que je crois produites par la chute des épines, ce qui m'a été prouvé par le fait que j'en ai encore trouvé deux, longues de plus d'un centimètre, attachées à l'un de ces troncs.

Je place l'espèce ci-dessus décrite près des *Bactris bifida*, *B. longipes*, *B. simplicifrons*, qui vivent dans les lieux humides, le long du cours moyen du Marañon et du cours inférieur de ses affluents, tels que le Madeira, le Puru, le Trombetas, etc.

Outre les *Perrandoa*, dont la feuille est simple, j'ai étudié une autre série d'empreintes qui représentent, selon moi, les Bactridées à segments non unis, pour lesquelles j'ai fondé l'autre genre *Isselia*, avec l'unique espèce *Isselia primæva*, Squin. (Pl. XVI, fig. 5, 5 a).

Cette plante, à feuilles pennées, a des segments assez longs, et lentement décroissants de la base à l'extrémité supérieure, ainsi que le démontrent les mesures suivantes : 45^{mm} vers la base; 30^{mm} à l'autre extrémité à 40 cent. de distance, longueur offerte par les segments bien que non terminés. Je crois que, s'ils étaient complets, ils seraient d'une longueur presque double.

Le bord des segments est pourvu de cils épineux, longs de 4 à 5^{mm} et distants entre eux de 1 cent. à la partie inférieure, 1/2 cent. à la partie supérieure des segments. Ces cils, qui forment un angle très

aigu avec le bord, paraissent presque dérivés de l'effilage du bord même. Chaque segment est parcouru longitudinalement par trois nervures bien visibles, une médiane très prononcée, deux autres latérales, parallèles à la première et au bord. Elles sont un peu moins robustes que la médiane et vont s'amincissant peu à peu vers l'extrémité supérieure et disparaissent complètement avant d'arriver à l'extrémité supérieure. Les bandes délimitées par la nervure médiane et les deux latérales et par celles-ci et la marge, ne sont pas égales, les premières étant presque doubles des autres.

La nervure médiane et les deux latérales sont enfoncées dans le tissu, de manière que leur parcours est indiqué supérieurement par un petit canal. La nervure médiane est aussi pourvue d'épines, de la même longueur que celles du bord.

Les espaces entre ces trois nervures principales sont parcourus par de nombreuses nervures parallèles, au nombre de seize entre la nervure médiane et chacune des latérales, et de huit entre celles-ci et le bord. Entre ces nervures, distantes entre elles de $1/2\text{mm}$, on en voit deux autres à peine perceptibles à l'œil nu, qui, à leur tour, sont séparées par une nervure d'une finesse extraordinaire, visible seulement à la loupe sur les points où l'échantillon est bien conservé. Enfin, toutes ces nervures sont unies entre elles par des veinules transversales, presque toujours droites, disposées comme le montre la figure 5, qui représente la moitié d'un segment au double de la grandeur naturelle. J'ai représenté dans la figure 5 a, qui est grossie cinq fois environ, ce que l'on voit entre deux nervures consécutives.

Si l'on se contentait de l'aspect superficiel des feuilles, on pourrait placer les empreintes dont je viens de parler parmi les *Sagus*, *Calamus*, *Plectocomia*; mais il faut observer que ces Lépidocaryinées ont des épines tant sur la face supérieure que sur la face inférieure des feuilles, et que les nervures transversales sont d'un aspect tout à fait différent, surtout parce qu'elles sont en partie ramifiées.

Je crois toutefois avoir aussi retrouvé des *Calamus* parmi les palmiers de Sainte-Justine, ainsi que le démontrent les figures 6, 7, 7 a, Pl. XVI, dans lesquelles j'ai dessiné deux exemplaires du *Calamus Beccarii*, Squin., et une portion grossie de feuille pour les détails. Ces figures me dispensent d'une trop longue description.

Je suis aussi convaincu de la présence des Arécinées à Sainte-Justine, mais, comme l'échantillon très grand, et pas trop bien conservé, sur lequel je fonde ma conviction, ne m'a pas permis d'en

reconnaître tous les détails, je ne pourrai établir qu'un genre provisoire, avec une seule espèce.

Cette espèce, que je me réserve de faire figurer dans le travail complet, est, comme aspect général, tout à fait semblable à l'*Areca Bauri* de la Nouvelle-Zélande, que je reproduirai aussi à côté de l'espèce fossile.

Enfin, le Musée de Gênes possède, de Sainte-Justine, un échantillon que je rapporte au genre *Geonoma*, et qui constitue une espèce nouvelle, à laquelle je donne le nom de *Geon. italica* (Pl. XVII, fig. 1); l'empreinte ne montre que la partie supérieure de la feuille, mais il est certain que la fronde était de très grande taille, car les segments supérieurs, bien que non terminés, mesurent de 0^m,40 à 0^m,45. La feuille, qui se termine en fourche, a, au voisinage de la bifurcation, des segments larges d'environ 0^m,005; mais le vingtième, à partir du bord, mesure déjà 0^m,02. On voit une seule nervure très-fine et très droite, qui indique la ligne de suture des segments deux à deux; chaque segment est faiblement caréné suivant sa ligne médiane. Je compare cette espèce aux *Geonoma bifurca*, D. et Wendl, et *G. Porteana*, H. Wendl, le premier d'Ithéos, le second de Macahé, au Brésil.

En laissant de côté quelques autres genres non encore bien étudiés, je mets fin à cette note préliminaire avec quelques considérations sur le climat et le paysage de Sainte-Justine.

J'ai dit auparavant que tout porte à croire qu'il y avait à Sainte-Justine l'embouchure d'un fleuve. Nous en avons des preuves matérielles dans les végétaux, généralement bien conservés et en position horizontale dans la roche, ce qui n'aurait pu se faire si ce fleuve eût été très impétueux, ainsi qu'on le voit dans le cours supérieur des rivières, loin de la mer; car alors les végétaux auraient été fragmentés et rendus méconnaissables par la trituration et les chocs contre les cailloux et le gravier, et leur position aurait été des plus capricieuses. Qu'il s'agisse, à Sainte-Justine, d'un delta ou d'un estuaire, cela est prouvé par le fait que l'on trouve souvent mélangées dans le même bloc des plantes terrestres et des coquilles marines, telles que la *Myristica basilica*, Bell. et des *Salix* ou des fragments de Palmiers.

La végétation même vient à l'appui de cette assertion.

Les *Cyperus*, *Typha*, *Sparganium*, *Najadopsis*, *Chrysodium*, démontrent irréfutablement, d'un côté, la présence d'eaux de faible profondeur, ainsi que l'on observe dans les deltas; de l'autre, la présence des Bactridées confirme le voisinage d'un fleuve.

En effet, les *Bactris*, *Astrocaryum*, *Acrocomia*, se trouvent au

Brésil occupant une zone qui, de l'Equateur, va jusqu'à 25° lat. S. et qui se prolonge entre 25° et 43° long. O. (méridien de l'île de Fer); mais ils se groupent particulièrement le long du Marañon inférieur, devenant très rares dans son cours supérieur et augmentant en nombre d'espèces et d'individus jusque vers l'embouchure dans la province de Grão Para et dans la Guyane brésilienne. Cette zone est soumise à une température moyenne de + 25° C. avec des extrêmes très voisins, c'est-à-dire sans monter jamais à la moyenne de + 30° C. dans les mois les plus chauds, ni s'abaisser à + 20° C. dans les plus froids.

Quant à la précipitation atmosphérique, je noterai que la distribution de ces palmiers coïncide, pour la partie boréale du bassin du Marañon, à la zone des pluies équatoriales (jusqu'à 3500^{mm} par an), pour le restant, à la zone des pluies tropicales (1000-2500^{mm}).

Il est, en conséquence, fort probable que, vu l'analogie des végétaux, Sainte-Justine avait un climat et une précipitation semblables, ce qui vient confirmer davantage la présence d'un grand fleuve, émissaire indispensable d'une pareille quantité d'eau pluviale annuelle.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES XVI ET XVII.

PLANCHE XVI.

- Fig. 1. *Flabellaria mediterranea*, Squin. (n. sp.) — Base d'une feuille, face inférieure. Grandeur naturelle.
- Fig. 2. *Flabellaria mediterranea*, Squin. (n. sp.) — Base d'une feuille, face supérieure. Grandeur naturelle.
- Fig. 3. *Cyperus Zeilleri*, Squin. (n. sp.) — Portion de feuille grossie 4 fois.
- Fig. 4. *Pandanus Etlingshauseni*, Squin. (n. sp.) — Portion de feuille. Grandeur naturelle.
- Fig. 4 a. Bord de la feuille, région supérieure; grossi 4 fois.
- Fig. 4 b. Bord de la feuille, région inférieure; grossi 4 fois.
- Fig. 5. *Isselia primæva*, Squin. (n. sp.) — Fragment de feuille grossi 2 fois.
- Fig. 5 a. Portion du même fragment, grossie 5 fois.
- Fig. 6. *Calamus Beccarii*, Squin. (n. sp.) — Sommet d'une feuille. Grandeur naturelle.
- Fig. 7. *Calamus Beccarii*, Squin. (n. sp.) — Extrémité supérieure d'une feuille. Grandeur naturelle.
- Fig. 7 a. *Calamus Beccarii*, Squin. (n. sp.) — Fragment d'une foliole grossi 3 fois.

PLANCHE XVII.

- Fig. 1. *Geonoma italica*, Squin. (n. sp.) — Portion inférieure de la bifurcation supérieure d'une feuille. Grandeur naturelle.
- Fig. 2. *Perrandoa protogæa*, Squin. (n. sp.) — Fragment de la bifurcation supérieure d'une feuille. Grandeur naturelle.
- Fig. 2 a. Segment du même, pris vers la base de la feuille. Grandeur naturelle.
- Fig. 2 b. Portion du même segment, grossie 4 fois.
- Fig. 3. *Chrysodium strictum*, Squin. (n. sp.) — Penne détachée. Grandeur naturelle.

NOTE SUR L'ORIGINE DES GITES CALAMINAIRES (1),

par M. A. LODIN.

Deux théories ont été proposées successivement pour expliquer le mode de formation des gîtes calaminaires. La plus ancienne en date consiste à admettre que la calamine, c'est-à-dire le mélange de carbonate, hydrocarbonate et silicate de zinc anhydre ou hydraté, que désignent sous ce nom les mineurs, dérive, par voie d'altération atmosphérique, de gîtes sulfurés préexistants. Cette théorie a pour base essentielle la présence constante, dans les gîtes calaminaires, de la blende et des sulfures qui l'accompagnent ordinairement (pyrite et galène), en proportion croissante avec la profondeur. Souvent même on voit les minerais sulfurés se substituer complètement aux minerais oxydés à un certain niveau, et ce niveau est généralement en corrélation avec celui de la nappe souterraine.

Les théories de la formation épigénique des gîtes calaminaires était universellement admise par les anciens mineurs. C'est seulement vers le milieu de ce siècle qu'apparut une nouvelle théorie, dérivée des idées exprimées par Elie de Beaumont dans sa *Note sur les émanations volcaniques et métallifères*, et développée surtout par M. Delanoue (*Ann. des Mines*, 4^e série, t. XVIII, p. 455) ; elle attribue le dépôt des calamines à des venues ascendantes d'eaux acides qui auraient laissé précipiter au contact du calcaire le zinc qu'elles tenaient en dissolution. Pour expliquer la présence constante de la blende dans les gîtes calaminaires, il faut alors admettre que les minerais oxydés, primitivement déposés, ont été à la fois réduits et sulfurés par des matières organiques dont on ne pourrait guère, dans la plupart des cas, indiquer exactement l'origine.

Cette théorie, qui répondait bien aux conceptions généralement admises en géologie à l'époque de son apparition, obtint un certain succès, bien qu'elle ne fournit qu'une explication incomplète d'une foule de détails caractéristiques des gîtes calaminaires. L'étude d'un certain nombre de ces gîtes nous a, depuis longtemps déjà, conduit à admettre son insuffisance et la supériorité de la théorie opposée. Pour arriver à mieux préciser le mécanisme probable de la formation des gîtes calaminaires, nous avons entrepris des

(1) Communication faite dans la séance du 22 juin 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 24 juin 1891.

expériences dont nous allons indiquer les résultats, après avoir résumé rapidement les caractères généraux des gîtes dont nous nous occupons.

Les gîtes calaminaires ne se rencontrent que dans les calcaires, à l'exclusion absolue des roches siliceuses ou silico-alumineuses; on est donc conduit logiquement à attribuer leur origine à une précipitation chimique exercée par le carbonate de chaux. Cette présomption est confirmée par les symptômes bien nets de corrosion que présentent les épontes des gîtes.

À l'intérieur de ceux-ci, on constate généralement l'ordre de répartition suivant pour les minéraux qui les constituent :

1° À la partie inférieure, des calamines blanches le plus souvent carbonatées et à teneur élevée en zinc. Le carbonate de zinc pénètre parfois à une certaine distance dans la roche du mur, calcaire ou dolomitique, sous forme de veinules qui correspondent au remplissage de fissures préexistantes.

2° Au-dessus des calamines blanches se trouvent des calamines rouges, plus pauvres en zinc; elles contiennent une forte proportion d'oxyde de fer, et parfois de la cérusite.

3° Plus haut encore, se rencontrent des terres calaminaires, souvent à teneur élevée en plomb; dans ce cas, cette teneur est due à la présence soit de nodules de galène partiellement carbonatés, soit de carbonate de plomb disséminé.

4° Quand le gîte est interstratifié et qu'il existe des roches solides au toit, la série s'arrête là. Il peut alors subsister parfois un vide entre le toit et le remplissage. Quand, au contraire, le gîte présente la forme d'un entonnoir affleurant à la surface, on constate souvent, à la partie supérieure, la présence de sables et argiles qui ont tous les caractères de dépôts superficiels, affaissés dans une cavité d'effondrement. En effet, on rencontre parfois dans les argiles des débris végétaux déterminables, se rattachant à un niveau bien connu dans la région.

L'hypothèse de l'introduction des argiles et sables dans la partie supérieure des gîtes calaminaires par voie d'effondrement, ou plutôt de tassement progressif de la masse sous-jacente, est justifiée en outre par l'état de bouleversement complet dans lequel se trouve d'ordinaire celle-ci. Bien souvent les gîtes calaminaires, composés de blocs incohérents disséminés dans une masse terreuse, ont plutôt l'aspect d'anciens remblais de mines que d'une masse minérale intacte.

Ce qui contribue encore à accentuer cette apparence, c'est que l'on rencontre fréquemment des blocs de dolomie de toutes

dimensions disséminés irrégulièrement dans le gîte. La présence de ces blocs a paru à certains auteurs constituer un argument en faveur de la théorie ascendante; nous verrons qu'elle a plutôt une signification opposée.

Enfin, il faut ajouter que les gîtes calaminaires ne sont, pour ainsi dire, jamais exempts de sulfures; on y rencontre toujours une proportion plus ou moins forte de blende, accompagnée souvent de galène et même de pyrite. Ces sulfures forment des nodules ou des agrégats de cristaux (galène) dont la surface présente des indices évidents de corrosion. Leur proportion relative croît avec la distance de la surface; elle devient d'ordinaire prédominante au voisinage du niveau de la nappe souterraine. Lorsqu'on poursuit les travaux au-dessous de cette nappe, ce qui est d'ordinaire assez difficile, à cause de l'importance de la venue d'eau dans des roches aussi fissurées que les calcaires, on finit par rencontrer exclusivement de la blende exempte de matières oxydées et mélangée seulement de galène et de pyrite.

C'est là un fait important au point de vue de la théorie des gîtes calaminaires; il montre que la constitution de ces gîtes est intimement liée au relief actuel du sol et au niveau moyen de la nappe souterraine. Il faut donc admettre, ou bien que les gîtes primitifs étaient exclusivement sulfurés et que leur oxydation dans la région superficielle est due à l'action des agents atmosphériques, ou bien que les mêmes eaux ascendantes ont déposé des sulfures en profondeur et des minerais oxydés près de la surface.

La plupart des gîtes calaminaires exploités affleurent sur la pente de montagnes calcaires ou même à la partie supérieure de plateaux formés de la même roche. C'est ainsi qu'à Planu Sartu (Sardaigne), les veines calaminaires exploitées affleurent à une altitude de 110 mètres environ, à une distance de quelques centaines de mètres seulement de la mer; elles courent parallèlement à l'escarpement de la falaise. A quelques kilomètres de là, à Caïtas, la calamine s'élève à près de 400 mètres d'altitude dans les calcaires encaissant un ravin dont le fond est à la cote 100 environ à proximité du gîte. Là, comme à Planu Sartu, les calcaires sont fissurés dans toutes les directions, et le niveau de la nappe souterraine ne s'y élève que très lentement à partir de la côte. Sans quitter la Sardaigne, on peut trouver, dans le groupe des mines de Monteponi et de San Giovanni, la meilleure preuve de l'extrême perméabilité des calcaires. Le percement de la galerie d'écoulement destinée à assécher les travaux de Monteponi, poursuivi facilement dans les schistes, a dû être suspendu au bout de deux mètres d'avancement dans le

calcaire ; un débit d'un mètre cube et demi à deux mètres cubes d'eau par seconde rendait impossible la continuation du travail. Néanmoins le résultat cherché a été obtenu ; le niveau d'eau s'est abaissé progressivement non seulement dans la mine de Monteponi, mais dans celle de San Giovanni, située à plusieurs kilomètres de distance. La faible inclinaison de la surface de la nappe d'eau souterraine dans les masses calcaires fissurées et la rapidité avec laquelle les variations de niveau s'y propagent ont été mises en évidence de la manière la plus nette dans cette circonstance.

Il est donc bien difficile d'admettre que, dans la même région, ayant sensiblement son profil actuel, des sources minéralisées aient pu jaillir sur des plateaux élevés ou sur la pente des montagnes. On ne connaît actuellement aucun exemple analogue et on ne peut guère concevoir qu'il en ait existé. Des sources minéralisées, arrivant des zones profondes et pénétrant dans les calcaires fissurés, s'y seraient mélangées avec la nappe générale et y auraient produit des dépôts nécessairement limités à la surface supérieure de cette nappe.

D'autre part, il est vraisemblable que l'action chimique exercée par les calcaires n'aurait pas attendu pour s'exercer que la dissolution fût arrivée près de la surface, étant donné surtout que les solutions zincifères ne sont pas susceptibles de se peroxyder, et que par suite l'action atmosphérique ne peut modifier leurs réactions.

Il se serait donc formé, au contact inférieur du calcaire avec le schiste ou avec une autre roche siliceuse quelconque, des gîtes en forme d'entonnoir renversé, c'est-à-dire d'une forme inverse de celle qu'on indique généralement comme caractéristique des gîtes calaminaires.

Nous n'insisterons pas sur ce dernier point, car il intéresse non seulement le mode de formation des calamines, mais aussi celui des blendes déposées dans les calcaires ; or, nous n'avons pas l'intention d'entrer, quant à présent, dans l'étude de cette deuxième partie du problème. Nous admettrons donc *a priori*, qu'il existe dans un calcaire fissuré des gîtes stratiformes ou lenticulaires de blende, mélangés de pyrite et galène, et qu'à un moment donné, ces gîtes se trouvent soumis à l'action atmosphérique, soit par suite d'un soulèvement qui les fait émerger de la nappe souterraine, soit par suite d'une érosion qui aura enlevé des couches argileuses superposées auparavant aux calcaires et suffisamment imperméables pour empêcher l'infiltration des eaux chargées d'oxygène.

Sous l'action de ces eaux, l'allération des sulfures se développera progressivement, en commençant par la pyrite. Le phénomène de sulfatation de celle-ci, avec production simultanée d'eaux acides

et de sulfate basique de peroxyde de fer, ce dernier étant susceptible de perdre peu à peu son acide sulfurique d'une manière presque complète sous l'action de l'eau, est un fait connu depuis longtemps. On admettait bien que ce phénomène pouvait entraîner la décomposition de la blende, mais on croyait que ce minéral isolé n'était pas altéré d'une manière sensible par les agents atmosphériques. Cette inaltérabilité présumée était un des arguments principaux présentés par M. Delanoue en faveur de sa théorie (*Ibid.*, p. 460); mais elle n'a rien de réel. Lorsqu'on laisse de la blende massive exposée longtemps à l'air, on ne tarde pas à constater à la surface des fragments des symptômes caractéristiques d'altération. A la mine de Pontpéan, des tas de blende peu pyriteuse, abandonnés à l'air pendant près d'un siècle, ont fini par perdre tout le zinc qu'ils renfermaient pour ne laisser qu'un résidu plombé et argentifère.

La galène pure s'oxyde elle-même peu à peu sous l'action atmosphérique; elle paraît donner dans ces conditions du sulfate de plomb, qui peut se transformer en carbonate s'il est au contact du calcaire.

L'altération des gîtes sulfurés complexes, sous l'action de l'eau chargée d'oxygène, doit donc fournir :

1° Comme éléments insolubles, du sous-sulfate de peroxyde de fer et du sulfate de plomb.

2° Comme éléments solubles, du sulfate de zinc et une certaine quantité d'acide sulfurique.

Le premier groupe reste sur place et continue à y subir l'action des eaux oxygénées et calcaires qui le transforment peu à peu en oxyde de fer et carbonate de plomb. Le second tend à descendre, entraîné par les eaux infiltrées dans le sol. Il nous reste à examiner quelles réactions la dissolution ainsi produite donnera avec le calcaire pur ou magnésien.

Au point de vue analytique, on admet généralement que les carbonates de chaux et de magnésie ne précipitent pas les sels de zinc solubles; le fait est rigoureusement exact avec les solutions étendues, telles qu'on les emploie habituellement. M. Delanoue reconnaît (*ibid.*, p. 461) que du calcaire et de la dolomie de la Vieille-Montagne, suspendus pendant huit mois dans une solution froide de chlorure de zinc, n'ont donné aucune réaction; mais il affirme qu'il se produit une précipitation de carbonate de zinc assez lente vers 70° à 80°, plus rapide vers 100°. Si cette observation est exacte, elle pourrait s'expliquer à la rigueur par l'existence d'une tension de dissociation sensible vers 100° pour les chlorures de magnésium et même pour le chlorure du calcium; l'élimination progressive de

l'acide chlorhydrique modifierait certainement les conditions de l'équilibre et ce serait en réalité la chaux et la magnésie libres qui précipiteraient le zinc. Cette séparation de l'acide chlorhydrique ne pourrait s'effectuer dans les conditions où circulent les eaux minérales à l'intérieur du sol puisque l'acide chlorhydrique se trouverait maintenu en présence des autres éléments de la réaction ; par suite la précipitation du zinc ne se produirait pas.

Nous avons vu que le sel soluble de zinc qui doit dériver de l'altération des gîtes de blende est le sulfate. En dissolutions étendues, il ne réagit pas plus sur le carbonate de chaux que ne le fait le chlorure ou tout autre sel soluble.

Mais si on l'emploie en dissolution concentrée, les phénomènes changent complètement ; le carbonate de chaux très divisé, mélangé avec une solution presque saturée de sulfate de zinc, fait prise comme du plâtre. Il se forme dans ces conditions du sulfate de chaux hydraté, mélangé avec un hydrocarbonate de zinc.

Le phénomène s'explique par la très faible solubilité du gypse qui, à la température ordinaire, exige environ 500 parties d'eau pour se dissoudre. La précipitation du zinc est d'ailleurs sensiblement complète si le carbonate de chaux est en excès ; dans une expérience que nous avons faite, le liquide qui surnageait le précipité ne contenait plus que 9 grammes d'oxyde de zinc par litre et la proportion aurait sans doute été encore plus faible si l'excès de carbonate de chaux avait été plus considérable.

Après avoir constaté la précipitation presque complète du zinc dans ces conditions, nous avons voulu rechercher sous quelle forme il se trouvait dans le précipité. Nous avons traité celui-ci par l'eau distillée jusqu'à dissolution complète du sulfate de chaux, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'eau de lavage ne montrât plus de traces de chaux ou d'acide sulfurique. Nous avons vérifié en même temps que ces eaux ne contenaient pas de zinc et que, par suite, le lavage ne donnait pas lieu à une réaction inverse de celle qui s'était produite en liqueurs concentrées.

Le résidu, séché vers 70 à 80° jusqu'à ce que son poids ait cessé de diminuer, indique la présence d'une quantité d'eau très notable lorsqu'on le chauffe dans un tube fermé par un bout ; c'est un mélange de carbonate de chaux en excès et d'un hydrocarbonate de zinc dont la composition semble varier un peu suivant les conditions de l'expérience.

L'hydrocarbonate de zinc, ou hydrozincite, se rencontre fréquemment, avec une composition également très variable, dans les gîtes calaminaires ; l'expérience ci-dessus présente donc un réel

intérêt au point de vue de l'origine de ces gîtes. Elle aurait été encore plus concluante si elle avait donné non l'hydrocarbonate, mais bien le carbonate anhydre (smithsonite).

Mais la production de ce carbonate est difficile à réaliser par double précipitation; c'est du moins ce que semblent indiquer toutes les expériences antérieures, qui n'ont jamais donné autre chose que des hydrocarbonates de compositions diverses. Lorsqu'on fait réagir l'une sur l'autre des dissolutions concentrées de sulfate de zinc et de carbonate de soude, il se sépare immédiatement un précipité blanc, sans autre phénomène apparent; un instant après, on voit se dégager des bulles d'acide carbonique. Le même phénomène se manifeste plus nettement encore lorsqu'on verse sur du carbonate de chaux une solution de sulfate de zinc saturée à chaud. Il semble que l'eau en excès décompose partiellement le carbonate de zinc et que l'équilibre ne soit atteint que pour une certaine proportion relative entre l'eau et l'acide carbonique combinés à l'oxyde de zinc.

Le phénomène se modifierait peut-être si l'on pouvait obtenir des dissolutions de sulfate de zinc assez concentrées pour que la formation du sulfate de chaux hydraté absorbât toute l'eau disponible. Mais il est impossible d'arriver à ce résultat; à la température ordinaire, par exemple, l'eau dissout environ la moitié de son poids de sulfate de zinc anhydre, ce qui correspond approximativement à 25 d'acide sulfurique (SO^3) pour 100 d'eau. Or, cette quantité d'acide peut donner 52,5 de sulfate de chaux hydraté, contenant seulement 10 pour cent d'eau; il reste donc disponible, pour réagir sur le carbonate de zinc, 90 pour cent de l'eau employée.

Pour expliquer la formation de la smithsonite, soit directement, soit par remaniement secondaire de l'hydrocarbonate de zinc, produit de précipitation initiale, on peut avoir recours aux hypothèses suivantes :

1^o Présence d'un excès important soit d'acide sulfurique, soit de sulfate de fer très acide; la formation de gypse due à cet excès absorberait suffisamment d'eau pour éviter la formation d'un hydrocarbonate.

La vérification de cette hypothèse donne lieu à de telles difficultés expérimentales que nous n'avons pu l'entreprendre jusqu'ici.

2^o Présence d'acide carbonique (1) sous une tension suffisante pour

(1) *Note ajoutée à l'impression* (Oct. 1891). — La présence de l'acide carbonique sous pression dans certains gîtes calaminaires a été constatée directement. Dans celui de Malines (Gard), les dégagements de ce gaz sont parfois assez abondants pour obliger à suspendre pendant plusieurs jours des avancements en plein calcaire, à l'approche de massifs importants de calamine et blende.

empêcher la décomposition du carbonate anhydre par l'eau en excès. Nous espérons pouvoir bientôt vérifier la possibilité de cette réaction.

3^e Dissolution de l'hydrocarbonate dans de l'eau chargée d'acide carbonique en excès, puis précipitation de carbonate anhydre de cette dissolution par l'action d'un excès de carbonate de chaux.

Cette dernière réaction a vraisemblablement joué un rôle sinon fondamental, du moins secondaire dans la formation des gîtes calaminaires; c'est à elle que nous serions disposé à attribuer, dans une certaine mesure, l'origine des veines de smithsonite pure qui se ramifient si fréquemment dans le mur des gîtes.

Pour compléter l'étude des réactions que peut développer le sulfate de zinc, nous avons traité d'abord du carbonate de magnésie naturel (giobertite) par la même dissolution concentrée de sulfate de zinc qui avait servi à nos expériences précédentes.

A l'opposé du carbonate de chaux, la giobertite en poudre fine n'a subi aucune altération apparente; après un contact prolongé, la dissolution avait conservé sa teneur primitive en zinc (1846 grammes d'oxyde de zinc par litre). Le résidu solide, soigneusement lavé, ne retenait que des traces d'oxyde de zinc.

L'absence de réaction de la giobertite sur les solutions concentrées de sulfate de zinc était facile à prévoir *a priori*, étant donnée la solubilité du sulfate de magnésie. Mais on pouvait se demander ce qui se passerait avec la dolomie. Cette substance agirait-elle en raison de sa teneur en carbonate de chaux, ou montrerait-elle en cette circonstance l'inertie relative qu'elle manifeste en présence des acides?

C'est cette dernière hypothèse qui s'est trouvée exacte. La même dissolution de sulfate de zinc a été versée sur de la dolomie pulvérisée; au lieu de la prise immédiate qui se produit avec le carbonate de chaux, aucune réaction apparente ne s'est produite. Après un contact prolongé, le liquide ne tenait plus que 1760 gr. d'oxyde de zinc par litre (au lieu de 1846); la dolomie bien lavée retenait 0,006 du même oxyde. Il y a donc eu une précipitation partielle, mais très faible par rapport à celle que donne le carbonate de chaux. Les calcaires magnésiens, placés dans les mêmes conditions, exerceraient sans doute une action intermédiaire entre celle du carbonate de chaux pur et celle de la dolomie.

La giobertite est un minéral peu commun, surtout en masses importantes, mais la dolomie et les calcaires magnésiens se rencontrent fréquemment, soit en couches à peu près homogènes, soit en masses irrégulières disséminées dans les grandes formations

calcaires. Les expériences qui précèdent montrent que ces roches seront attaquées beaucoup moins rapidement que le calcaire par l'action des eaux fortement chargées de sulfate de zinc; on trouve là une explication naturelle de la présence des blocs dolomitiques isolés dans le remplissage des gîtes calaminaires. Ces blocs n'ont pas été imprégnés de magnésie au moment de la formation des gîtes; ils existaient préalablement dans la masse calcaire et constituent simplement le résidu de sa dissolution.

D'autres circonstances concordent à démontrer que ce sont des dissolutions sulfatées descendantes qui ont été l'élément essentiel de la formation des gîtes calaminaires.

Le gypse cristallisé se rencontre assez fréquemment dans certains de ces gîtes; dans d'autres, il a disparu, mais on peut reconnaître dans la calamine même des vides qui correspondent à la forme de ses cristaux. Dans la théorie ascendante, il est bien difficile d'expliquer la présence de ce minéral dans la calamine, car il fait absolument défaut dans la zone des sulfures, qui a été reconnue en profondeur dans presque tous les gîtes calaminaires; cette zone présente en effet une structure à la fois compacte et concrétionnée, tout à fait caractéristique, très différente de celle de la zone calaminaire; on n'y rencontre ni gypse, ni indice quelconque de sa présence antérieure; la calcite et quelquefois la dolomie sont les seuls minéraux qui accompagnent les sulfures métalliques. Le gypse n'est donc pas un minéral de formation initiale et sa formation secondaire ne peut guère être attribuée qu'à la série de phénomènes exposée ci-dessus.

En résumé, l'origine des gîtes calaminaires nous paraît devoir être expliquée de la manière suivante :

Lorsqu'un gîte de blende, contenant accessoirement de la pyrite et de la galène, se trouve soumis à l'action des eaux infiltrées dans le sol, il s'oxyde lentement, dans les conditions que nous avons indiquées. Le sous sulfate de fer et le sulfate de plomb restent sur place, et se dépouillent progressivement de leur acide sulfurique sous l'action des eaux calcaires; le résidu final est donc un mélange d'hydroxyde de fer, de galène inaltérée, parfois accompagnée de petites quantités d'autres sulfures encore inattaqués, enfin d'une certaine proportion de carbonate de plomb.

Les eaux d'infiltration entraînent les parties solubles, c'est-à-dire le sulfate de zinc plus ou moins acide; mais ce phénomène d'entraînement est intermittent. Lorsqu'une forte précipitation d'eau se fait à la surface d'une région calcaire fissurée, l'infiltration dans le sol est immédiate; une partie de l'eau absorbée suit les fentes largement ouvertes, les parcourt en lavant les matières qui s'y trouvent, et va

rejoindre rapidement la nappe souterraine; une autre partie imbibé la masse du calcaire et y prend un mouvement descendant très ralenti.

La partie de cette eau qui a pénétré une masse de blende déjà en décomposition s'y charge de sulfate de zinc, en proportion relativement considérable à cause de la lenteur de son mouvement; au contact des épontes calcaires, elle précipite du sulfate de chaux, avec formation d'hydrocarbonate ou de carbonate du zinc, suivant les conditions locales. Un régime de pluies lentes et soutenues est propre à accélérer cette série de phénomènes.

Les pluies abondantes, au contraire, donnent lieu à une circulation rapide dans les fissures et à un véritable lessivage de la masse; dans ces conditions, le sulfate de chaux est entraîné, la surface des épontes calcaires dégagée et les réactions peuvent recommencer sous l'influence de l'humidité qui imbibé les roches.

Cet ensemble de phénomènes donne lieu nécessairement à un tassement sensible, si l'on admet que de la blende pure se transforme en carbonate de zinc anhydre et en sulfate de chaux, entraîné finalement par voie de dissolution; un équivalent de blende (48,6) et un de carbonate de chaux (50) disparaîtront pour fournir un équivalent de carbonate de zinc (62,6). Les volumes correspondants de ces divers corps, supposés cristallisés, sont respectivement de 1,97, de 1,36 et de 2,77; la diminution relative serait donc de $\frac{3,33-2,77}{3,33} = 0,17$, c'est-à-dire d'un sixième.

Il est vrai que la structure caverneuse, normale dans les calamines, diminue leur densité apparente, mais d'autre part, la décomposition des pyrites et l'attaque du calcaire qui résulte, soit de cette décomposition, soit de l'action des eaux chargées d'acide carbonique, augmentent beaucoup l'intensité du phénomène. On s'explique donc facilement que dans le cas où des gîtes sulfurés présentaient un large affleurement au dessous de formations superficielles, plus ou moins plastiques, de terrains tertiaires sableux et argileux, par exemple, ces formations se soient progressivement affaissées, à mesure que l'altération du gîte se développait. Ce phénomène s'est produit dans d'autres circonstances, par suite de la dissolution locale d'assises salifères, gypseuses ou calcaires par exemple; il donne une explication toute naturelle de la présence de ces sables et argiles, si fréquents à la partie supérieure et centrale des gîtes calaminaires et auxquels on a voulu parfois attribuer, bien à tort, une origine éruptive, démentie par la présence fréquente de débris végétaux déterminables.

Quant aux terres calaminaires proprement dites, elles sont constituées essentiellement par le résidu de dissolution du calcaire, mélangé parfois avec une certaine proportion de matières d'origine superficielle.

Dans tout ce qui précède, nous ne nous sommes occupé que de la formation du carbonate de zinc, qui constitue en réalité la masse principale des gîtes calaminaires normaux ; la prédominance des silicates, constatée à Moresnet, constitue toujours un cas exceptionnel. L'origine de ces silicates doit être vraisemblablement attribuée à la réaction de la silice hydratée ou combinée, contenue dans les calcaires sur lesquels réagit le sulfate de zinc ; sa formation, dans ces conditions, n'est pas plus difficile à expliquer que celle de l'hydrocarbonate. Ce dernier corps se forme encore de nos jours, et on l'a vu se déposer en stalactites ou stalagmites dans des galeries de mines en exploitation (Monte Rexio, en Sardaigne). La question de son origine nous paraît donc définitivement tranchée, et nous espérons pouvoir arriver bientôt à un résultat aussi concluant en ce qui concerne la smithsonite.

NOTICE GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE
SUR LA
NATURE DES TERRAINS TRAVERSÉS PAR LE CHEMIN DE FER
ENTRE DIJON ET CHALON-SUR-SAONE (1)

par M. **PARANDIER** (2).

(Pl. XV).

Lorsque je fus nommé en 1842 ingénieur en chef, chargé de dresser le projet et d'exécuter, au compte de l'Etat, le premier tronçon de Dijon à Châlon du réseau actuel des chemins du Sud-Est, je venais de terminer et de publier mon projet général de la ligne de Mulhouse à Dijon par la vallée du Doubs et Besançon. Ce projet contenait une étude très détaillée, géologique et utilitaire pour les travaux, de toutes les assises traversées par le tracé que je proposais (3). Ma première pensée fut donc naturellement, sitôt mon tracé approuvé pour Dijon-Châlon, de me livrer à l'étude, en dehors de celle des carrières pour les maçonneries, de la nature des terrains dont se composaient les mamelons à traverser sur toute la ligne par des tranchées plus ou moins profondes.

Des nombreux sondages préalables m'ayant bien suffisamment éclairé pour le dressé des devis descriptifs et estimatifs des travaux de terrassement à exécuter, j'intervins très souvent moi-même, mais aussi avec l'aide d'un employé spécial, pour relever avec soin la nature des terrains traversés et en dresser les coupes au fur et à mesure que s'exécutaient les terrassements.

J'avais recommandé, lorsqu'on y rencontrerait quelques débris fossiles, de les recueillir et les conserver avec soin, puis de les déposer dans une pièce spéciale attenant à mon logement et à mes bureaux.

Au fur et à mesure que ces fossiles étaient découverts, des étiquettes indicatives du profil et de la profondeur à laquelle ils avaient été recueillis y étaient appliquées. Le nombre total de ces

(1) Note présentée dans la séance du 8 juin. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 5 juillet 1891.

(2) Tous ces documents ont été réunis au moment de l'exécution du chemin de fer; les ossements recueillis ont été conservés pour la plupart et dessinés avec le plus grand soin. — Les pièces les plus intéressantes sont actuellement déposées dans les collections de l'Ecole des Mines.

(3) Projet général, vol. in-4°, 1842, pages 57-58. Tableau.

débris d'ossements fossiles recueillis et conservés était d'environ de 120 à 125.

Lorsque je quittai Dijon, je les fis emballer et adresser, pour m'en occuper ultérieurement, dans la remise d'une maison qui m'appartient dans ma ville natale d'Arbois, et c'est là qu'ils sont restés jusqu'à ce que M. Douvillé, étant venu depuis ma retraite faire un petit séjour à Arbois, je lui parlai de cette collection oubliée depuis si longtemps et la fis étaler sur des tables pour qu'il pût en faire l'examen et en formuler, avec sa compétence de paléontologue, une dénomination plus sûre que celle portée sur les étiquettes, puis y choisir ce qu'il désirerait pour les collections de l'École des Mines ; il en a emporté 32 et les a classés dans ces collections ; il en reste 90. Les étiquettes de 42 sur ces 90 ont été détruites ; j'ai emballé ces 90 échantillons en deux caisses et je désirerais qu'il en fût fait une distribution dans les musées publics.

Quant aux notes géologiques prises sur la nature des terrains des diverses tranchées, je les ai retrouvées, réunies et toutes utilisées dans la notice qui suit.

I. Section de Dijon à Chagny (limite du dép^t de la Côte-d'Or).

Nous allons, pour faire connaître sur la ligne du tracé du chemin de fer la nature géologique des divers terrains traversés, exposer les particularités qu'ils présentent sur tous les points où il a été le mieux possible de les étudier par les tranchées et par des sondages ou des creusages nécessités par les travaux.

A partir du rempart du bastion de Tivoli, jusqu'à l'entrée de la grande tranchée dite « de *Perrigny* » le terrain traversé, recouvert par les remblais du chemin de fer, se compose généralement de terre végétale, de graviers avec cailloux roulés disposés ainsi qu'il suit :

Au pied du bastion de Tivoli, des fouilles faites pour les fondations du pont sur le ruisseau du Suzon, ont donné en moyenne deux mètres d'épaisseur de terre végétale légère dans laquelle on trouve des débris de tuiles, de poteries, de pierres de taille et autres.

Au dessous de cette couche mêlée de sol détritique humain, qui n'est que le résultat de dépôts, soit amenés sur place, soit charriés par le ruisseau du Suzon, on trouve du gravier et des cailloux roulés sur une épaisseur indéterminée et mélangés avec une petite proportion de terre argileuse jaunâtre.

Plus loin, dans le clos de M. Morey, la couche végétale se réduit à 0^m50 environ, et sous le pont de la route de ceinture, les fouilles des fondations ont donné 2 mètres d'épaisseur de terre végétale légère mélangée de graviers et cailloux et, au dessous, le gravier et les cailloux roulés.

Entre la rue du Petit-Citeaux et le bief des Moulins, dans un jardin appartenant à M. Morlot, les fouilles faites dans une couche de gravier sablonneux propre à donner du sable pour la confection des ouvrages d'art, ont fait reconnaître les terrains ci-après :

1 ^{re} FOUILLE. — Terre végétale limoneuse légère.....	0 ^m 70
Graviers et cailloux roulés.....	prof. indéf.
2 ^{de} FOUILLE. — Terre végétale comme dans la fouille précédente...	0 ^m 55
Graviers sablonneux avec quelques cailloux roulés.	1 ^m 80
Graviers et cailloux roulés.....	prof. indéf.
3 ^e FOUILLE. — Terre végétale analogue à celle des fouilles précédentes	0 ^m 60
Graviers sablonneux id. ..	1 ^m 50
Graviers et cailloux roulés .	prof. indéf.
4 ^e FOUILLE. — Terre végétale limoneuse comme ci-dessus.....	0 ^m 75
Graviers sablonneux id.	1 ^m 60
Graviers et cailloux roulés id.	prof. indéf.
5 ^e FOUILLE. — Au bord du bief du Moulin :	
Terre végétale comme aux fouilles précédentes.....	0 ^m 80
Graviers sablonneux et cailloux.....	1 ^m 00
Graviers et cailloux roulés.....	prof. indéf.

On voit par ces fouilles que la terre végétale, quoique toujours de même nature, ne conserve pas continuellement la même épaisseur, ce qui paraît provenir de ce que, sur plusieurs points, on aurait enlevé le gravier sablonneux à des époques plus ou moins anciennes.

Le gravier sablonneux, sous la terre végétale, appartient à un dépôt d'alluvions très modernes, puisqu'on y trouve des mâchoires de différentes espèces d'animaux, tels que bœufs, porcs, etc., dont les dents sont encore très adhérentes et généralement bien conservées et qu'on y trouve aussi des os de ces mêmes animaux en assez grande quantité.

Quant à la couche au-dessous de la précédente, composée, comme nous l'avons dit, de graviers et cailloux roulés et mélangés en quelques endroits d'une petite portion de terre argileuse jaunâtre, nous ne pouvons en assigner l'épaisseur, sauf que pour les fondations du pont établi sur l'Ouche, sa nature, sur plus de 3^m de profondeur, a constamment offert une homogénéité parfaite.

Quelques fouilles ont été faites un peu plus loin (dans le clos Mellionnat) pour reconnaître si l'on y trouverait du sable propre à la fabrication des mortiers.

Elles ont donné les mêmes résultats que les précédentes.

Voici encore le résultat de quelques fouilles faites près du canal de Bourgogne :

1 ^{re} FOUILLE. — Au bord du canal, côté gauche :	
Terre végétale, un peu graveleuse, forte, et argile grise mêlée de grumeaux.....	1 ^m 80
Graviers et cailloux roulés.....	prof. indé.
2 ^e FOUILLE. — Sur l'autre bord du canal, côté droit :	
Terre végétale et argile comme ci-dessus	1 ^m 45
Graviers et cailloux roulés id.	prof. indé.

Les détails que nous venons de donner sur quelques fouilles seront, à vrai dire, sans importance pour les lecteurs de cette notice ; cependant, nous n'avons pas cru devoir les omettre parce que l'on peut supposer que cette couche de graviers et cailloux roulés, d'une profondeur indéterminée, appartient au même dépôt et est de même date que les graviers et cailloux roulés dont est composée la masse du monticule considérable dans lequel a été ouverte la tranchée de Perrigny dont nous allons parler ; cependant, il n'est pas à notre connaissance qu'on y ait recueilli, sur aucun des points qui précèdent, sous l'alluvion moderne de terre végétale et argileuse graveleuse, des débris fossiles comme on va le voir pour la tranchée de Perrigny ; mais les fouilles n'ayant été poussées qu'à des profondeurs très minimes par rapport à la profondeur totale probable du dépôt, il serait possible, si celle-ci se relie, par dessous l'alluvion moderne, avec le terrain de la tranchée de Perrigny que, si on avait approfondi ces fouilles, on y aurait trouvé des débris d'ossements fossiles comme dans la tranchée de Perrigny.

TRANCHÉE DE PERRIGNY.

Cette tranchée est ouverte sur toute sa longueur de 1800 mètres, dans un terrain composé, dans son ensemble, de graviers et cailloux roulés.

Sur un premier point on rencontre :

Terre végétale forte.....	0 ^m 40
Terre argileuse rougeâtre, ferrugineuse, c'est-à-dire avec grains de minéral de fer en petite quantité.....	2 ^m 00
Graviers et cailloux roulés grossiers.....	prof. indé.

Sur un autre :

Terre végétale forte.....	0 ^m 35
Terre argileuse, rougeâtre, ferrugineuse.....	0 ^m 80
Graviers et cailloux roulés grossiers.....	1 ^m 00
Graviers et cailloux roulés mêlés avec un peu de terre argi- leuse jaunâtre.....	1 ^m 10
Argile sablonneuse jaunâtre avec graviers et cailloux roulés..	épais. indé.

Plus loin encore, il existe une couche de terre végétale mêlée de débris de constructions romaines, puis la terre argileuse, rougeâtre, ferrugineuse sur 3^m d'épaisseur, et au dessous un amas de cailloux roulés dans une dépression ouverte dans la grande masse de graviers et cailloux roulés du dépôt inférieur.

Ce même fait, d'un dépôt dans des dépressions de la couche inférieure de graviers et cailloux roulés, se reproduit sur plusieurs points sous l'argile rougeâtre, quelquefois même sur un dépôt de cette argile; il est donc alors plus moderne que le dépôt d'argile rougeâtre avec petits fragments de silex amorphe.

Le premier plateau de nos monts Jura est sillonné par des failles remplies d'une terre rougeâtre avec grains de minerai et petits débris de silex et même de fossiles oxfordiens usés.

Il en a été entraîné des quantités considérables par des courants d'eaux pluviales. L'analogie des montagnes de la Côte-d'Or avec ses failles nombreuses me porte à croire que ces dépôts de terre jaune qu'on observe dans les tranchées, comme celle de Perrigny, où elles remplissent çà et là des dépressions sur la masse inférieure des graviers et cailloux roulés, ont une origine analogue à celle qu'on observe dans nos monts Jura; mais c'est une question à traiter à part.

Dans la masse de sable ou graviers et cailloux roulés d'une épaisseur et profondeur considérables, on trouve des morceaux de poudingues formés de cailloux roulés et graviers agglutinés par un ciment calcaire.

On y trouve aussi des :

Groupes isolés d'argile avec grumeaux concrétionnés.

- Id. d'argile jaunâtre avec graviers et cailloux roulés.
- Id. de sables fins à teintes variées.
- Id. de sable terreux.

Ce sol inférieur de la tranchée, dans son ensemble et sa grande masse, nous paraît avoir été sans aucun doute charrié et déposé par des torrents descendant des côtes de Bourgogne par la vallée de l'Ouche.

Ce terrain recouvre une grande partie du sol des environs de Dijon et c'est à travers son épaisseur que les cours d'eau qui débouchent des montagnes, réduits aujourd'hui à des proportions bien minimes, ont creusé leur bassin, puis leur lit.

L'homogénéité qu'il présente dans la butte ou mamelon de Perrigny se maintient, comme nous l'avons déjà exprimé, jusqu'à une

très grande profondeur. En effet, des habitants de la ferme de Logerot, située à environ 400 mètres du chemin de fer, nous ont déclaré avoir constaté par le creusement d'un puits qui n'a pas moins de 33 mètres de profondeur, la présence de graviers et cailloux roulés sur toute cette épaisseur.

Dans un autre puits creusé par l'entrepreneur des travaux de terrassements au bord de la tranchée de Perrigny, on a également trouvé le gravier avec cailloux roulés sur une épaisseur d'environ 10 mètres.

Nous pensons qu'on peut admettre que ces graviers et cailloux roulés dont les plus gros peuvent avoir 0^m15 de diamètre environ, enlevés des flancs des côtes de Bourgogne par les courants qui les ont entraînés et charriés sur les points où on les trouve aujourd'hui, sont sortis de la vallée de l'Ouche, probablement en passant par dessus ou par dessous un glacier, puis, que les eaux torrentielles subséquentes se sont ensuite ouvert un passage à travers leurs masses en laissant latéralement sur place le mamelon à travers lequel a été ouverte la tranchée de Perrigny.

Il nous semble que nous pourrions conclure des considérations qui précèdent, que ce mamelon est la conséquence de la fonte de grands glaciers, qu'il appartient aux dépôts quaternaires, et qu'il a dû recouvrir, après qu'ils avaient été balayés antérieurement en majeure partie, les dépôts de la date pliocène.

Nous considérerions donc la masse inférieure du dépôt de ce mamelon comme appartenant à peu près à la même date quaternaire que les dépôts analogues (cailloux roulés calcaires) qui existent en beaucoup de points sur les plateaux des monts Jura et jusqu'à leur pied, au débouché des vallées dans la plaine.

De ce qui précède, résultent trois âges de dépôt de graviers et cailloux roulés; le dépôt inférieur, un autre supérieur et un troisième encore plus moderne que le précédent et même plus moderne que l'argile rouge sur laquelle il repose; ces deux derniers dépôts me paraissent dus à des averses pluviales torrentielles plus ou moins anciennes; on peut cependant les confondre comme un seul dépôt supérieur.

Débris fossiles. — Ils appartiennent au *Mastodon arvernensis*, à l'*El. meridionalis*, à l'*Equus Stenonis* et à divers Cervidés; ils ont été principalement trouvés aux abords et dans les amas de poudingues, de sables et de concrétions désignés dans la série qui précède; on en a trouvé à toutes les profondeurs, depuis 1^m50 jusqu'à 6^m et plus, et l'on peut admettre que dans les 50,000^m cubes de la tranchée, la quantité de ces débris peut être évaluée au moins à 2^m cubes.

N ^{os} des Profils	Profon- deur	Nature du terrain	
50	4 ^m 00	Graviers et cailloux roulés mélangés d'une petite portion de terre jaunâtre.	<i>Elephas meridionalis.</i>
50	4 ^m 00	Id.	<i>Equus.</i>
54	3 ^m 00	Id.	<i>Equus.</i>
54	3 ^m 80	Poche de sable fin.	<i>Equus Stenonis.</i>
54	4 ^m 60	Id.	Dents d'un Cheval voisin de l' <i>Equus Stenonis</i> ; elles ont été trouvées en connexion sur la mâchoire; mais l'os sur lequel elles étaient placées n'a pu être recueilli, parce qu'il s'est complètement désagrégé au moment de son extraction (1).
60	4 ^m 80	Graviers et cailloux roulés (terrain très perméable).	Molaires d' <i>Elephas meridionalis</i> et de <i>Mastodon arvernensis</i> . Ces dents ont été brisées lors de leur découverte.
60	2 ^m 00	Id.	Astragale de Cervidé.
60	2 ^m 50	Sable et cailloux roulés mélangés de terre argileuse.	<i>Equus.</i>
62	2 ^m 00	Graviers et cailloux roulés.	Ruminant (tête inférieure de métacarpe ou métatarsien).
64	»	Id.	Tronçon de bois de Cerf.

Outre les dix ossements qui précèdent, on a trouvé sur les mêmes points beaucoup d'autres débris fossiles plus ou moins bien conservés; ce sont pour la plupart des fragments de dents d'éléphant, de cheval, et d'ossements appartenant aux diverses parties du squelette de ces animaux. M. Douvillé en a choisi neuf et les a déposés à l'École des Mines; parmi ceux-ci, M. Boule a reconnu deux fragments de bois d'un petit cerf (probablement *Cervus cusanus*); un autre fragment indique un grand cerf

(1) Cette pièce va être prochainement décrite par M. Boule.

du groupe des daims; à côté de l'*Equus Stenonis*, typique, se trouve une forme différente que M. Boule considère comme une espèce distincte.

NATURE DES TERRAINS ENTRE LA TRANCHÉE DE PERRIGNY ET CELLE DU BOIS DE LA COUELLE.

Passons à l'examen sommaire de la nature des terrains compris entre cette tranchée et celle du Bois de la Couelle.

L'extrémité de la tranchée du côté de Perrigny offre, comme à son entrée, sous une forte couche de terre végétale, la terre argileuse, rougeâtre, ferrugineuse, avec fragments siliceux, anguleux à sa base. Au-dessous règne, sur le dépôt inférieur de graviers et cailloux roulés, le dépôt supérieur, puis l'argile rougeâtre repose, sans intermédiaire, sur le dépôt inférieur (1).

Ajoutons que, dans les bois de Couchey et de Fixin, l'argile rougeâtre, ferrugineuse, sous la terre végétale peu épaisse, atteint, sur certains points, au moins 3^m50 et plus d'épaisseur. On voit que les dépôts de cette argile rougeâtre prennent de l'épaisseur sur les points où les circonstances en favorisaient le dépôt par les eaux qui l'apportaient en suspension.

A partir de la sortie des bois de Couchey et de Fixin et au-delà, on ne retrouve plus de dépôts de graviers et cailloux roulés analogues à ceux de la *masse inférieure* de la tranchée de Perrigny.

Au-dessous de la terre végétale noirâtre, légère, d'une épaisseur de 0^m30 à 0^m50, on trouve généralement, jusqu'à la tranchée de la Couelle, avec variations d'épaisseur, une couche de graviers et cailloux roulés mélangés avec de la terre argileuse, tantôt jaunâtre, tantôt grisâtre; puis, sous celle-ci, on trouve une argile marneuse, imperméable le plus souvent, blanchâtre, mélangée avec de petits graviers et cailloux roulés.

Cette dernière couche imperméable, d'une surface onduleuse, est d'une épaisseur indéterminée; à sa surface, c'est-à-dire à la base des amas de graviers et cailloux roulés, sourdent en abondance de petites sources et filets d'eau qui proviennent des eaux pluviales qui filtrent à travers le dépôt supérieur et qui, arrivées à la couche imperméable, en suivent la plus grande pente qui incline de la côte vers la Saône. Cela s'observe particulièrement près de la ferme de l'Époy, où l'on remarque beaucoup de ces petites sources qui

(1) On tire, de la première zone graveleuse ci-dessus, du sable d'assez bonne qualité pour la fabrication des mortiers, mais qui, cependant, a besoin d'être passé à la claie et lavé, pour le purger de la terre qu'il contient.

sourdent de la base de la couche de graviers et se versent dans les fossés du chemin de fer.

Il est à remarquer que les cailloux roulés (dépôt supérieur) qu'on rencontre dans cette zone sont généralement plus gros que ceux observés dans les dépôts ci-devant. Ils ont jusqu'ici 0^m20 de diamètre; le courant n'a pas été assez puissant pour les entraîner plus loin; il forment approximativement un tiers du volume de la masse.

En faisant exécuter des fouilles pour reconnaître la nature des terrains traversés sur le territoire de Gevrey, on a constaté que, dans un puits qu'un particulier faisait creuser près d'une baraque en bois, la couche de terre argileuse avait été percée sur au moins 3^m d'épaisseur sans changement apparent dans sa composition, si ce n'est qu'au fond du puits, sur une assez faible épaisseur, elle se montrait plus sablonneuse.

En résumé, le sol, depuis la sortie des bois de Couchey et de Fixin, se compose, sous la terre végétale, d'un dépôt plus ou moins épais de cailloux et graviers roulés qui appartiennent aux *couches supérieures de la tranchée de Perrigny* et recouvrent une couche d'une profondeur indéterminée argileuse, marneuse, grisâtre, bleuâtre, etc.

TRANCHÉE DU BOIS DE LA COUELLE.

La petite tranchée du Bois de la Couelle et celle encore plus petite qui lui fait suite, sont ouvertes dans un terrain composé d'alternances de terre argileuse à surface très onduleuse surmontée d'une couche de graviers et cailloux roulés irrégulière et plus ou moins puissante. Près du point culminant de cette tranchée, on trouve :

Terre végétale forte.....	0 ^m 40
Argile rougeâtre ferrugineuse.....	1 ^m 00
Graviers et cailloux roulés.....	2 ^m 00
Terre argileuse jaunâtre.....	1 ^m 75 et plus.

Mais ces épaisseurs varient beaucoup d'un point à un autre parce que les surfaces des dépôts sont inégales, onduleuses, de telle sorte que les dépôts disparaissent même quelquefois entièrement sur certains points pour se montrer, sur d'autres, avec plus ou moins de puissance.

Près et au-delà du ruisseau de Baillat, la terre végétale cultivée a environ 1^m80 d'épaisseur; elle est noirâtre, limoneuse, peu compacte et très productive; on trouve, au-dessous, du gravier avec cailloux roulés sur une épaisseur peu profonde et qui appartient au dépôt supérieur de la tranchée de Perrigny et repose sur la couche

argilo-marneuse imperméable qu'il faut, croyons-nous, rattacher au terrain tertiaire supérieur pliocène.

TRANCHÉE DE MOREY.

Dans la tranchée de Morey, la terre végétale se présente sur une épaisseur assez considérable et, au-dessous, comme presque toujours, la terre argileuse, rougeâtre, ferrugineuse s'y trouve sur une épaisseur variable; elle est très épaisse au passage du chemin de Chambolle à Perrigny et s'étend, en diminuant progressivement d'épaisseur, sur une grande partie de la longueur de la tranchée.

Au-dessous on trouve une couche, parfois interrompue, de graviers et cailloux roulés (dépôt supérieur). L'argile jaunâtre avec un mélange de quelques cailloux existe sous la couche de cailloux roulés; puis, il y a sous les cailloux roulés (dépôt supérieur), une argile avec grumeaux concrétionnés de carbonate de chaux endurci; ces grumeaux sont creux et de formes irrégulières, leur grosseur n'atteint guère que celle d'une pomme reinette; cette argile, désignée par la lettre D, est analogue à celle de la tranchée de la Couelle.

Au-delà du chemin de Chambollé à Epernay, il y a, entre les graviers roulés (dépôt supérieur) et l'argile marneuse imperméable D, un dépôt considérable d'argile avec mélange de cailloux roulés, qui nous paraît un dépôt quaternaire provenant d'érosion des marnes oxfordiennes des coteaux, déposé sur l'argile D avec grumeaux de carbonate de chaux appartenant au Tertiaire supérieur pliocène.

Quant aux cailloux roulés, ils sont calcaires et proviennent indubitablement des montagnes de la Côte-d'Or.

DÉPÔTS MODERNES DU VALLON DE LA VOUGE

Ce vallon de la Vouge est comblé par une série de couches de terre blanchâtre, jaunâtre, tuffacée, grise et par une zone de tourbe intercalée. — Ce sont des dépôts alluviaux modernes, on peut presque dire contemporains.

TRANCHÉE DE NUITS

Le terrain de la tranchée de Nuits se compose à sa base, comme dépôt principal inférieur, d'une couche argilo-sablonneuse rougeâtre, concrétionnée, tellement dure sur quelques points, qu'on s'est trouvé obligé, sur ces points, de l'extraire à la mine.

Il y a, encaissés dans des ravins irréguliers et profonds creusés dans cette couche, des amas considérables d'argile colorée de bleu,

de vert, de rouge, etc., et, par opposition à celle dans laquelle elle est encaissée, douce au toucher, très glissante, s'ébouyant avec la plus grande facilité. On y rencontre aussi, encaissés d'une manière analogue à l'argile colorée et sur cette argile elle-même à la fin de la tranchée, des amas en quelques groupes isolés de galets et graviers souvent conglomérés par un ciment calcaire ou argileux.

Tout cet ensemble de dépôts est recouvert par la terre végétale qui est généralement très puissante et dans laquelle est intercalée d'une manière continue une petite zone de fragments de silex anguleux dont les plus gros n'ont pas plus de 0^m10 de côté; leurs formes sont très variées et leur grosseur également variable. Nous pensons que ces fragments de silex proviennent de bancs siliceux de la terre à foulon.

Il y a aussi à travers la couche de terre végétale et principalement avec la zone des fragments siliceux, du minerai de fer en grains et en nodules, le plus souvent oxydés.

Nous rapportons les amas de galets et graviers calcaires au dépôt supérieur, comme dans tout ce qui précède, probablement même, à un dépôt supérieur plus moderne.

Il s'est produit pendant les travaux des éboulements et glissements dus au retrait et au fendillement de l'argile par les temps secs, puis aux eaux pluviales et, par suite, à la présence de petites sources qui sortaient sur un grand nombre de points, de la base des dépôts de graviers et galets.

Dans ces dépôts de galets, on en remarque qui offrent des dimensions considérables et exceptionnelles; quelques-uns n'avaient pas moins de 0^m60 de côté et, bien que tout corps plongé dans l'eau perde de son poids un poids égal au liquide qu'il déplace, il n'en est pas moins remarquable que les courants d'eau aient eu une assez grande puissance pour entraîner des blocs de ce volume qui se trouvent disséminés dans les amas précités.

La diversité des débris qu'on rencontre dans cette tranchée tient évidemment à ce que les matières charriées par les eaux qui débouchaient par la vallée de la Borne et par celle du Meuzin latérales, l'une d'un côté, l'autre de l'autre, du mamelon de la tranchée de Nuits, changeaient de nature avec le sol corrodé par les courants des eaux pluviales ou provenant de la fonte des glaciers, de sorte que les débris arrachés des flancs et du fond des vallées ont dû être souvent mélangés et déposés à des époques différentes et à diverses distances suivant la vitesse des eaux qui les entretenaient.

La nature des assises sédimentaires qui ont fourni ces matières

marneuses, argileuses et rocheuses en galets, jointe à la position géographique de leur gisement, suffisent pour faire reconnaître que les montagnes supérieures ont été leur point de départ.

Toute la haute vallée du Meuzin étant ouverte dans les marnes oxfordiennes ainsi que ses nombreux affluents, il paraît évident que la fonte des petits glaciers qui avaient persisté et les eaux pluviales ont, après avoir déterminé des cavités irrégulières en sillons dans la masse d'argile compacte inférieure, rempli ces cavités d'argile à teintes variées provenant des marnes oxfordiennes, de leur minéral inférieur, puis postérieurement de quelques amas de graviers.

Il résulte de ce qui précède que les dépôts de galets et graviers calcaires roulés, ainsi que celui de l'argile colorée de bleu, de vert, appartiennent au Quaternaire moyen; quant à l'argile inférieure rougeâtre concrétionnée, nous pensons qu'elle appartient à la partie inférieure du Tertiaire supérieur pliocène et qu'elle a été fortement ravinée avant les dépôts quaternaires qui la recouvrent.

Plus loin que la tranchée de Nuits, jusqu'au ruisseau du Meuzin, l'épaisseur de la terre végétale et de l'argile rougeâtre qu'elle recouvre est très variable et repose sur une couche de gravier peut-être plus moderne encore que les quelques amas ci-devant désignés, car il s'y trouve des fragments moins roulés que ceux de ces amas (1).

Depuis le ruisseau du Meuzin jusqu'à la tranchée de Prêmeaux, les terrains traversés offrent à peu près les mêmes caractères que ceux ci-devant entre la tranchée de Nuits et ce ruisseau.

TRANCHÉE DE PRÉMEAUX.

La terre végétale, dans la tranchée de Prêmeaux, varie d'épaisseur comme ailleurs. On y remarque aussi, soit à sa base, soit à son milieu, un lit de fragments siliceux et calcaires.

Au-dessous de cette couche on trouve une petite zone de graviers interrompue, irrégulière, accidentée, ondulée et ne se montrant que sur quelques points seulement; elle appartient aux dépôts supérieurs.

(1) Aux abords du ruisseau du Meuzin, où l'on a extrait du gravier pour le ballastage de la voie de fer, l'exploitation y avait lieu sur au moins 3^m d'épaisseur. Le ballast qu'on en a tiré est un des meilleurs de toute la ligne; on l'a obtenu comme dans les autres carrières, par un passage à la claie, en ayant soin d'en séparer, comme nous l'avons dit, les cailloux qui ne pourraient pas passer dans un anneau de 6 centimètres de diamètre.

Au-dessous, le terrain se compose de terre argileuse, jaunâtre, sablonneuse (C) avec amas de graviers et cailloux roulés dans lesquels ont été recueillis les débris d'ossements fossiles qui figurent au tableau qui va suivre; ces graviers et cailloux sont quelquefois conglomérés ou agglutinés par un ciment calcaire. Ces deux dépôts appartiennent assurément au Quaternaire C moyen et B supérieur (poudingue).

Sous la terre argilo-sablonneuse (C) on en trouve une autre, douce au toucher, qui paraît être stratifiée; elle contient, sur certains points, des débris de coquillages qui lui donnent un aspect miroitant au soleil; la teinte en est généralement gris cendré ou un peu noirâtre et cette teinte paraît être le résultat de la décomposition des coquillages qui y sont enfouis.

Ces dépôts ou couches sont formés d'assises sensiblement horizontales et quoique leur surface soit plus ou moins ondulée, elles se distinguent assez bien les unes des autres, soit par la grosseur de leurs parties composantes, soit par leurs couleurs variées et leurs différences de structure; elles paraissent contemporaines aux dépôts et par conséquent appartenir à cette formation tertiaire supérieure pliocène.

On remarque à l'extrémité de la tranchée, comme existant sous l'argile douce au toucher, un amas de graviers et cailloux roulés qui ressemble au grand massif inférieur de la tranchée de Perrigny, mais ce parallélisme n'est pas certain; il y a eu là une érosion où la couche de graviers s'est déposée et cette couche doit être considérée comme appartenant aux dépôts supérieurs à celui inférieur de Perrigny.

Débris fossiles trouvés entre 3 et 4^m de profondeur.

Elephas meridionalis, plusieurs dents bien caractérisées; un fragment de défense ayant 0^m28 de longueur et 0^m60 de circonférence; une rotule et divers ossements, }
Equus Stenonis? dents, }
Cervus cusanus, fragment de bois, }

v compris ceux ci-dessus,
il y avait 16 débris fossiles
avec figures recueillis
dans cette tranchée.

PETITE TRANCHÉE ENTRE PRISSEY ET COMBLANCHIEN

Dans la petite tranchée entre Prissey et Comblanchien, où passe le chemin qui relie ces deux communes, on trouve, sous la terre végétale de 0^m60 environ, un dépôt graveleux (dépôt supérieur) sur une épaisseur peu considérable avec quelques concrétions calcaires; il repose sur un dépôt (C) d'argile avec cailloux roulés, sous lequel on arrive à l'argile sablonneuse jaunâtre, dans laquelle il existe

une assise de calcaire d'eau douce compact, divisible en deux petits bancs d'une épaisseur totale de 0^m20 environ ; ces petits bancs ne se montrent que sur quelques points, en conservant un niveau à peu près horizontal jusqu'à la fin de la tranchée. Cette argile (D) appartient évidemment au Pliocène, et paraît se rapporter à la couche (J) de la tranchée de Corgoloin, dont les assises supérieures 6 et 5 ont été ici enlevées.

TRANCHÉE DE COMBLANCHIEN

Dans cette tranchée, comprise entre le chemin de Comblanchien à Boncourt et celui de la route au château de la Chaume, le gravier ne se montre plus sous la terre végétale que sur un point en un petit amas irrégulier sur l'argile jaunâtre, et on ne trouve plus, partout ailleurs, au-dessous de la terre végétale, qu'un dépôt de terre plus ou moins argileuse et sablonneuse, qui paraît être un dépôt quaternaire diluvien, provenant des marnes oxfordiennes ; ce dépôt couvre sur presque toute la tranchée l'argile jaunâtre avec cailloux roulés et graviers mélangés, également quaternaires.

Au-dessous se trouve le dépôt d'argile avec grumeaux de carbonate de chaux.

DÉBRIS FOSSILES

Les débris fossiles provenant de cette tranchée appartiennent à deux périodes bien distinctes, mais, malheureusement, la profondeur à laquelle ils ont été recueillis n'a pas été notée. Un très beau bois de *Cervus tarandus* indique la présence de dépôts quaternaires ; tandis que les fossiles suivants appartiennent certainement au Pliocène :

Elephas meridionalis, 1 molaire.

Equus Stenonis, dent et humérus.

Bos elatus, 1 molaire.

TRANCHÉE DE CORGOLOIN

Le mamelon de Corgoloin, situé sur la rive gauche de la vallée de la Lauve, qui a été originellement profondément creusée, n'a pas été corrodé et entraîné par les courants quaternaires, soit d'eaux pluviales torrentielles, soit de fonte de glaces ; aussi la tranchée qui la traverse est-elle ouverte dans un terrain pliocène, composé de plusieurs couches à zones coquillières.

Les lignes de séparation qui font distinguer les assises les unes

des autres sont parfaitement caractérisées, de manière à en faire reconnaître les diverses natures.

La couche de terre végétale y est plus ou moins épaisse, généralement blanchâtre, argileuse et sablonneuse, et même sur quelques points, le sable semble y prédominer.

Au-dessous, sur une épaisseur notable au sommet de la butte, et se terminant aux versants des extrémités de celles-ci, on retrouve une terre aussi argilo-sablonneuse, dans laquelle se trouvent disséminés des grains de minerai de fer avec des fragments de calcaire, soit siliceux, soit purement calcaires; elle est semblable à celle supérieure de la tranchée de Comblanchien, et paraît avoir la même origine, c'est-à-dire être un dépôt diluvien. Cette couche et celle de la terre végétale forment le relief supérieur de la Butte.

Quant aux autres couches qui se trouvent en contrebas de celle ci-dessus, elles conservent, sauf quelques variations d'épaisseur, une stratification à très peu près horizontale; on le remarque parfaitement à l'entrée de la tranchée, où elles commencent à se montrer, et à son extrémité, où elles se terminent dans le versant de la Butte, du côté de Serrigny; où l'on voit qu'elles viennent toutes se terminer sous la terre végétale parce qu'elles ont été, avant le dépôt de celle-ci, coupées et enlevées par des érosions aux deux extrémités de la tranchée. Ces couches alternent avec d'autres petites aussi horizontales dans lesquelles on trouve une quantité immense de débris de coquilles dont quelques-unes sont assez bien conservées.

Il existe aussi, à peu près au milieu des zones ci-dessus, une petite assise de calcaire d'eau douce compact disposé en plaquettes, presque horizontale sur 200^m environ de longueur (Pliocène supérieur).

DÉBRIS FOSSILES

Elephas meridionalis, plusieurs belles molaires.

Mastodon arvernensis, fragments de molaires.

Equus Stenonis.

Rhinoceros leptorhinus?

Cervus (plusieurs fragments).

TRANCHÉE DE CHOREY

Dans la tranchée de Chorey, au-dessous de la terre végétale rougeâtre ou jaunâtre avec grains de minerai de fer oxydés comme à peu près partout, on rencontre de la terre argileuse avec concrétions grumeleuses de carbonate de chaux. Cette terre argileuse recouvre

trois dépôts de graviers et cailloux roulés. Ces trois amas et la couche de terre argileuse qui les recouvre appartiennent aux terrains alluviaux quaternaires supérieurs ; la terre argileuse est sans aucun doute le résultat d'érosions dans les marnes oxfordiennes des vallons de la côte, sauf qu'il s'y trouve probablement en mélange une petite proportion du produit d'érosion de la terre à foulon qui affleure dans la partie supérieure des dits vallons.

Ce double dépôt de terre argileuse et d'amas de graviers et cailloux roulés recouvre un terrain argilo-sablonneux miroitant au soleil et dont les alternances sont, comme dans la tranchée de Corgoloin, disposées en couches à peu près horizontales, et offrent également quelques petites veines ou assises noirâtres dans lesquelles on rencontre quelques valves de coquilles oblongues (*Unio*), très bien conservées et ayant un beau brillant nacré argenté, dont j'ai remis plusieurs exemplaires à M. Elie de Beaumont lors de son voyage avec moi sur la ligne du chemin de fer, en août 1844.

Tout ce dépôt argilo-sablonneux inférieur de la tranchée de Chorey est tertiaire supérieur pliocène.

De cette tranchée jusqu'au cours du Rhoin, le terrain se compose d'une terre végétale graveleuse de peu d'épaisseur recouvrant, sur les versants latéraux du ruisseau, un dépôt de cailloux roulés supérieurs, sous lequel on a constaté la terre argilo-sablonneuse, comme dans la tranchée de Chorey et autres antécédentes.

De là on passe à une petite tranchée de peu de hauteur où, sous la terre végétale et le dépôt supérieur, on trouve la couche argileuse noirâtre pliocène avec débris coquilliers comme dans la tranchée de Corgoloin.

Dans cette tranchée de Chorey et Gigny, les fossiles suivants ont été recueillis :

Mastodon arvernensis.

Elephas meridionalis.

Bos elatus (une dent).

Equus Stenonis.

Cervus (fragment de bois).

CHAMBRE D'EMPRUNT AU-DELA DE BEAUNE.

Dans les chambres d'emprunt au-delà de Beaune, jusqu'à la tranchée de Curtil, on trouve, sous la terre végétale, des fragments siliceux et calcaires, avec des grains de minerai de fer, disséminés à travers cette couche ; puis, au-dessous, des dépôts de graviers et cailloux roulés avec débris dolomitiques roulés en assez grande

quantité et avec fossiles tels que : Gryphées, Belemnites, fragments d'Ammonites etc.

Les fragments de dolomie altérée, constituent une espèce de grès tendre et friable ayant beaucoup d'analogie avec les produits de la zone dolomitique qu'on rencontre au-dessous de l'oolithe moyenne du forest-marble, comme par exemple près de Blagny, Pommard, et dans la montagne au-dessus de la source de la Bouzaine, où on l'exploite à l'état sablonneux pour les verreries; c'est à n'en pas douter du calcaire dolomitique altéré comme on en trouve dans la partie supérieure des carrières de dolomie lorsque ces assises supérieures ne sont pas recouvertes par une certaine épaisseur des argiles irisées.

Le mélange dans les cailloux roulés de fossiles des couches liasiques s'explique par les affleurements de ces dernières au-dessus des côteaux au pied desquels sont situées les communes de Curtil, Bligny, Volnay, etc.

Nous pensons que cette dolomisation des calcaires peut être attribuée à la présence de matières chaudes liquides ou gazeuses et éruptives à travers les masses calcaires qu'elles bouleversent (1).

TRANCHÉE DE CURTIL.

Au-delà de Beaune, dans la tranchée de Curtil, on reconnaît sous la terre végétale et rougeâtre à sa base, un dépôt de graviers et cailloux roulés supérieurs avec peu de parties terreuses, et au-dessous, la couche de graviers et cailloux roulés inférieurs avec quelques grumeaux comme dans la tranchée de Perrigny; puis au-dessous, sur deux points, au milieu et vers la fin de cette tranchée, on trouve la terre argileuse avec grumeaux et concrétions de carbonate de chaux ou calcaire d'eau douce qui paraît très bien appartenir à la partie supérieure des dépôts tertiaires (Pliocène).

Les formes de superposition de ces couches les unes sur les autres sont plus encore que partout ailleurs ondulées et irrégulières.

TRANCHÉE DE BLIGNY AVANT LA STATION DE CETTE COMMUNE.

Dans cette tranchée qui fait suite à la précédente et se termine à la station de Bligny, la couche de terre végétale offre une épaisseur moyenne de 0^m60 environ, puis vient au-dessous une terre argileuse à teintes variées, mêlée de grumeaux qui nous paraît appartenir au

(1) C'est ce que je signalais dans ma lettre à Elie de Beaumont sur la tournée faite avec lui en 1844 sur cette ligne.

Quaternaire, puis au-dessous de celle-ci, l'argile sablonneuse jaunâtre, dans laquelle il existe quelques veines brunes avec débris coquilliers et qui appartient au Pliocène.

PETITE TRANCHÉE DE CORCELLES

Dans la petite tranchée de Corcelles, l'argile sablonneuse est recouverte par de l'argile qui paraît appartenir aux dépôts d'alluvions anciennes supérieures, recouvertes sans intermédiaires par la couche de terre végétale.

TRANCHÉE DE PULIGNY

Le terrain de cette tranchée se compose d'une terre végétale superficielle d'environ 0^m60 d'épaisseur dans laquelle on rencontre quelques grains de minerai de fer oxydé.

Au-dessous, c'est une couche de terre argileuse jaunâtre, dans laquelle on trouve beaucoup de concrétions grumeleuses de carbonate de chaux.

Sous cette dernière, on rencontre jusqu'au fond de la tranchée de la terre argilo-sablonneuse jaunâtre, où l'on remarque quelques grains de minerai de fer, avec des amas de calcaire d'eau douce ou conglomérat de parties sablonneuses agglutinées par un ciment calcaire.

Les deux dépôts supérieurs appartiennent au Quaternaire et l'inférieur au Pliocène.

TRANCHÉE DE CORPEAU

Cette tranchée, comme la précédente, montre sous la terre végétale une couche de terre argileuse, puis un dépôt quaternaire supérieur d'argile et de graviers et cailloux roulés, et enfin au-dessous l'argile avec grumeaux et concrétions de carbonate de chaux.

Le terrain compris entre la tranchée de Corpeau et la rivière de la Dheune se compose d'une couche de terre végétale plus ou moins épaisse, au-dessous de laquelle on rencontre sur plusieurs points du gravier avec cailloux roulés, et, sur d'autres, de la terre argileuse comme sur les autres points précédents.

CONCLUSION

Que déduire de ce qui précède ?

1^o Que les terrains antérieurement déposés jusqu'au pied des montagnes de la Côte-d'Or ont été entrecoupés par les courants qui, lors de la fonte des glaciers, sont descendus par les vallées nombreuses antérieurement creusées, et qui débouchent de ces montagnes, d'où sont résultés, entre ces vallées, les monticules successivement traversés par les tranchées du chemin de fer.

2^o Qu'il ne se présente, de Dijon jusqu'à la limite du département de la Côte-d'Or, à Chagny, aucune trace des *petits cailloux roulés alpins* (gros comme des noix) qui existent dans un dépôt très étendu autour du hameau dit le *Gravier*, sur les rives de la Madeleine, dans les forêts de Ruffey et jusqu'au-delà de Bletterand, dans la Bresse jurassienne, non plus que des *sables quartzeux qui les recouvrent*, et qui s'étendent au loin dans les plaines de la Bresse, désignés avec raison par M. Bertrand, sur les cartes au $\frac{1}{80.000}$, comme *sables de Chagny*.

3^o Que toutes les tranchées ouvertes dans lesdits monticules présentent des dépôts inférieurs qui ne peuvent être considérés que comme appartenant au terrain tertiaire supérieur (Pliocène).

Viennent ensuite des dépôts considérables inférieurs (tranchée de Perrigny) de graviers et cailloux roulés que nous considérons comme quaternaires (1) postérieurs aux dépôts des susdits petits cailloux roulés alpins et du sable quartzeux.

Puis viennent, quelquefois un seul, d'autres fois deux, dépôts supérieurs aux précédents de graviers et cailloux roulés calcaires. Ces derniers alternent avec des dépôts d'argile qu'on ne peut considérer que comme étant des dépôts qui ne paraissent, on peut dire avec certitude, n'être autre chose que le résultat de la corrosion et du dépôt des marnes oxfordiennes qui couronnent les étages jurassiques dans la Côte-d'Or.

Ajoutons aux déductions qui précèdent que le monticule traversé par la tranchée de Corgoloin, appuyé contre une partie de la Côte-d'Or où il n'existe pas de vallée, est le seul où se trouve conservé le dépôt, plus complet que partout ailleurs, de la série des assises du Pliocène analogue à la coupe de ce terrain sur la rive gauche du Doubs, au pont de Noublains, ainsi qu'à l'amont et à l'aval de ce pont.

(1) Ajoutons toutefois que les débris fossiles trouvés dans cette tranchée appartiendraient encore au Pliocène, d'après l'étude qui en a été faite par MM. Douvillé et Boule.

II. Section de Chagny à Châlon.

NOTICE DESCRIPTIVE DES TERRAINS TRAVERSÉS.

A la suite des remblais de la vallée de la Dheune qui commencent à la limite des départements de la Côte-d'Or et de Saône-et-Loire, et couvrent le sol d'alluvion de cette vallée sur une longueur de 1254^m, on entre dans la petite tranchée de Marthend, insignifiante au point de vue géologique, ouverte qu'elle est dans un massif de sol rapporté, de terre et pierrailles, de sorte que la tranchée de Chagny ne commence réellement qu'au profil 36.

TRANCHÉE DE CHAGNY.

Commençant au profil 36, elle finit au profil 90 et règne sur 2700 m. Elle peut être divisée en plusieurs parties :

La première, comprise entre les profils 36 et 39 sur une longueur de 300 m., est formée d'une couche de terre végétale et d'argile qui va s'appuyer contre le monticule de rochers que le chemin de fer avait à traverser.

Ce monticule appartient à l'Oolithe supérieure, au Forest-marble et Cornbrash (Bathonien moyen et supérieur).

Les bancs de ce monticule s'inclinent de l'est à l'ouest. On y rencontre des fractures et des poches remplies de terre, et, dans sa première partie où le chemin de fer est en tranchée, il est recouvert de pierrailles rapportées à l'occasion du passage du canal du centre.

La voie de fer entre alors en souterrain, puis en sort de là en tranchée sur une longueur de 540 m.

La surface rocheuse est recouverte d'une série de couches de sables quartzeux et d'argile limoneuse alternantes comme il suit :

La première, formée de sable quartzeux, est déposée sur le rocher ; c'est la plus profonde ; sa surface est, en moyenne, à 12^m80 de profondeur.

La seconde est une argile grise légèrement sableuse ; sa surface supérieure est à 11^m50 de profondeur.

La troisième est sableuse comme la plus profonde ; sa surface supérieure est, en moyenne, à 8 m. de profondeur.

Viennent ensuite, sur la précédente, une couche d'argile, puis une couche de sable ; la surface de cette couche est en moyenne,

dans l'intervalle où l'on a recueilli les fossiles, à environ 5 m. de profondeur sous la surface du sol. Viennent ensuite une couche d'argile marneuse, puis d'argile grise, puis la couche superficielle de terre végétale.

Cette succession de couches alternantes cesse à environ 300 m. de l'extrémité de la tranchée où l'on ne trouve plus, sous la terre végétale, que la couche d'argile supérieure qui se continue au-delà et qui recouvre une couche sableuse semblable aux précédentes et d'une épaisseur inconnue.

Les débris d'ossements fossiles recueillis dans les couches les plus profondes sont des fragments de défenses, de fémurs, de dents d'Éléphants et de Mastodontes, de Rhinocéros, de Cheval, de bois de Cerf, etc.

En voici le tableau avec l'indication des profils de la nature des terrains et enfin de la profondeur à laquelle ils ont été trouvés.

TRANCHÉE DE CHAGNY

N ^{os} des profils	Profon- deur	Nature du terrain	
Entre 51 et 52	10 ^m	Sable	<i>Elephas meridionalis</i> , molaire et vertèbre.
52	12 ^m	Id.	Id. id.
Près de 52	12 ^m	Id.	Bois de Cerf.
53	7 ^m	Argile	<i>Equus Stenonis</i> .
54	10 ^m	Sable	<i>Cervus pardinensis</i> .
			<i>C. cf. cusanus</i> .
			<i>C. issiodorensis</i> .
Entre 54 et 55	9 ^m	Id.	<i>Rhinoceros leptorhinus</i> ou <i>etruscus</i> , molaire supérieure.
55	12 ^m	Id.	Défense d'Éléphant.

Outre les neuf fossiles indiqués dans ce tableau, il y en aurait sept recueillis, du profil 51 au profil 58, à 9, 10 et 12 mètres de profondeur ; il en avait été recueilli en tout vingt et un dans cette tranchée dont quinze étaient inscrits sur mon tableau avec leurs dessins annexés ; neuf sur ces vingt et un avaient été remis à M. Douvillé qui les a déposés à l'École des Mines.

Il faut y ajouter un certain nombre d'échantillons recueillis dans la tranchée, mais sans qu'on ait noté le point précis où ils ont été trouvés, et d'autres qui se trouvaient antérieurement dans les collections de l'École des Mines :

Une belle série de molaires d'*El. meridionalis*.

Plusieurs molaires de *Mastodon arvernensis*.

Deux chevaux dont l'un est l'*Equus Stenonis*, et l'autre, de plus grande taille, correspond à la seconde forme signalée plus haut dans la tranchée de Perrigny.

Une partie de la mâchoire supérieure du *Tapirus arvernensis*.

Un Cerf du groupe du *C. elaphus*, mais plus grand.

Toutes ces déterminations ont été révisées par M. Boule.

Le remblai sur la vallée de la Thalie, qui fait suite à la tranchée de Chagny sur une longueur de 1.100 mètres, repose sur une couche de terre végétale recouvrant une couche d'argile résistante.

TRANCHÉE DES CORTETTES

Cette tranchée est formée sur une longueur de 250^m d'une couche de terre végétale, sur une couche d'argile foncée.

La même nature de sol règne jusqu'à et sous la petite tranchée des Prés de Nissé, ainsi que sous le remblai qui lui fait suite, jusqu'à l'origine de la tranchée de Farges ; la couche d'argile sous la terre végétale est mélangée de minerai de fer sur quelques points seulement.

TRANCHÉE DE FARGES

Elle s'étend sur une longueur de 2.297^m90, et peut se diviser en trois parties :

La première, sur une longueur de 150^m, est formée d'une couche de terre végétale et d'une couche d'argile mélangée de minerai de fer.

La deuxième, sur une longueur de 900^m, est formée d'une couche de terre végétale, d'une couche d'argile qui donne lieu à quelques éboulements, d'une couche d'argile sablonneuse, d'une couche de sable et enfin, au niveau de la voie de fer, d'une couche d'argile bleue et glissante.

La troisième, sur une longueur de 300^m, est composée d'une couche de terre végétale et de deux couches d'argile de même nature que dans la partie précédente.

Enfin, le reste de la tranchée, sur 1.000^m de longueur, est composé de la terre végétale à la surface et de la même couche d'argile

que dans les parties précédentes ; puis on rencontre, sous celle-ci, une couche d'argile mélangée de gros minerais de fer et de quelques parties de sable.

Vers l'extrémité de la tranchée, la couche d'argile prend une teinte bleuâtre et est très difficile à consolider.

Sous le remblai du bois de la Rougère, qui fait suite à la tranchée de Farges sur une longueur de 349^m90, existe la couche de terre végétale, sous laquelle se trouve une couche d'argile jaunâtre.

Les remblais de Mellecey, des Usagers, de la Guerlande, de la Grenadière et de Cruziller, sur 1.600^m de long, reposent sur la couche de terre végétale recouvrant l'argile ici mélangée d'un peu de minerai.

TRANCHÉE DE CHAMPFORGEUIL ET DE CORCELLES

Cette tranchée, d'une longueur de 900^m, est formée d'une couche de terre végétale, d'une couche d'argile mélangée sur quelques points de minerai de fer, comme celle qui existe sous les remblais qui précèdent, puis au-dessous, une argile marneuse, noire, glissante, qui a donné lieu à des éboulements.

Le remblai qui fait suite à cette tranchée, repose sur les mêmes natures de sol que la tranchée de Saint-Cosmes, dont nous allons parler. Sa longueur est de 1.850^m.

TRANCHÉE DE SAINT-COSMES

Cette tranchée, sur une longueur de 750^m, est formée d'une couche de terre végétale, d'une couche d'argile jaunâtre, d'une autre couche d'argile un peu sablonneuse, d'une couche de sable d'où sortent de nombreuses sources qui s'écoulent sur la couche inférieure d'argile marneuse bleue, et la détrempe, de telle sorte que, ces deux couches n'ayant plus d'adhérence, il en résulte de temps à autre de forts éboulements, surtout à l'extrémité de la tranchée du côté de Châlon.

Quant aux remblais du bassin de Châlon, qui font suite à la tranchée sur une longueur de 457^m80, jusqu'à la station, ils reposent sur les mêmes natures de sol à peu près que celles qui composent la tranchée qui précède.

OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS

Dans toutes les tranchées au-delà de Chagny jusqu'à Châlon, il n'a été recueilli aucun débris fossile, et il n'est vraiment pas pos-

sible de reconnaître dans les dépôts des monticules traversés par ces tranchées, *un synchronisme réel, ni avec ceux des dépôts de la tranchée de Chagny, ni avec ceux de toutes les tranchées de Chagny à Dijon.*

D'autre part, si on jette un coup d'œil sur le profil de la voie de fer depuis son point culminant dans la tranchée de Chagny jusqu'à la station de Châlon-sur-Saône, on y constate :

Une première pente de 27^m de hauteur jusqu'à l'entrée d'une ligne à très peu près horizontale sur près de 3 kil. en avant et dans la tranchée de Farges.

Puis du point culminant de la voie de fer dans cette tranchée, un nouveau versant de 11 à 12^m, au pied duquel se présente une nouvelle partie de niveau correspondant à la tranchée de Champforgeuil et de Corcelles.

Puis un nouveau versant de 8^m qui conduit au niveau des 1600^m sur lequel existe la tranchée de St-Cosme, laquelle précède à peu de distance de la Saône celui où se trouve la station de Châlon.

Que paraît-il résulter des faits qui précèdent ?

Que l'ensemble des couches quartzeuses de sables de Chagny et de celles intermédiaires de limon ont été balayées et emportées par un puissant courant, *avant le dépôt des monticules de Farges et de Champforgeuil.*

Ce fait admis, si on se reporte sur la rive gauche du Doubs à l'aval de l'embouchure de la Loue, puis en descendant jusqu'au pont de Neublans et plus bas encore, on y observe sur l'escarpement que suit cette rive et qui termine les plaines de la Bresse jurassienne, on y observe, disons-nous, *la coupe des terrains supérieurs pliocènes d'un parallélisme et d'un synchronisme incontestables avec plusieurs des coupes des tranchées entre Dijon et Chagny*, et particulièrement avec celle de la tranchée pliocène à peu près complète de Corgoloin.

À partir du Doubs jusqu'à la Saône et au-delà, on ne rencontre plus que des terrains d'alluvions, les uns modernes, les autres de dates plus ou moins anciennes.

Ces faits ne prouvent-ils pas d'une manière évidente qu'à un moment donné, *après le dépôt des graviers alpins et celui des sables quartzeux de Chagny qui existent sur la Bresse jurassienne*, la fonte des glaciers qui couvraient les monts Jura et les monts Faucilles (limites au nord du bassin de la Saône), a donné lieu à un fleuve immense couvrant l'espace qui s'étend de la rive gauche du Doubs jusqu'au pied du monticule de Chagny, corrodant et entraînant

dans cet intervalle les assises pliocènes qui y étaient antérieurement déposées.

Il en résulte aussi que cet immense fleuve aurait d'abord déposé dans sa première période sur la rive droite de la Saône le sol diluvien quaternaire du monticule que traverse la tranchée de Farges, dépôt qui aurait été lui-même corrodé, comme l'avaient été auparavant les sables et limons de la tranchée de Champforgeuil, elle-même à son tour corrodée, puis en troisième lieu, le dépôt de St-Cosmes; de telle sorte que ces trois dépôts successifs ne peuvent être considérés que comme post-glaciaires et par conséquent que *comme quaternaires déposés en trois périodes à la suite des fontes des glaciers.*

Nous aurions donc ainsi les couches de sable et limons de Chagny avec les cailloux alpins de la Bresse jurassienne, comme *formant un dépôt antérieur à la fonte des glaciers;*

Les dépôts en cailloux roulés *calcaires* répandus sur les monts Jura *comme quaternaires, ayant succédé au précédent* et qui seraient contemporains du dépôt de la tranchée de Perrigny;

Puis enfin les remaniements de ces dépôts antérieurs et d'autres provenant de nouvelles érosions, comme appartenant à une troisième période quaternaire.

Il va sans dire que les dépôts occasionnés par *le creusement des vallées*, au moment de la retraite des eaux des bassins dans lesquels s'étaient déposés les sédiments constitutifs des montagnes soulevées, fracturées et bouleversées, il va sans dire, disons-nous, que ces dépôts sont *antérieurs à tous ceux* (y compris les sables de Chagny) *dont il vient d'être question dans ce qui précède.*

Par contre, il va sans dire aussi que les dépôts successivement opérés sur les rives des fleuves et des rivières après l'écoulement et l'abaissement des grands courants dus à la fonte des glaciers sont de dates postérieures à tous les dépôts dont il est parlé dans ce qui précède et peuvent être considérés et pourraient être classés comme *quinquennaires.*

ETUDES STRATIGRAPHIQUES DANS LA RÉGION DU CAP GRIS-NEZ,

par MM. **DOUVILLÉ** et **RIGAU**X (1).

M. l'abbé Bourgeat a signalé à la Société Géologique (2) l'existence d'un calcaire coralligène près de la ferme de Belledalle, dans le Boulonnais.

Nous avons étudié nous-même cette formation il y a une dizaine d'années et nous avons pu reconnaître les curieuses conditions de gisement dans lesquelles elle se rencontre.

Le calcaire coralligène en question a été découvert, vers 1880, par notre confrère M. Legay; nous l'avons exploré à diverses reprises au moment de la révision des contours de la feuille de Boulogne en 1883 et l'un de nous, M. Rigaux, a fait exécuter une tranchée pour préciser sa position stratigraphique. Il se présente sous la forme d'un banc de 2^m50 à 3^m d'épaisseur qui se montre à la surface du sol entre les fermes de Moscou et de Belledalle au S.E. de Tardighen; il affleure suivant deux bandes distinctes presque parallèles, et dirigées à peu près E.O. Dans la bande S., la couche est à peu près verticale tandis que dans la bande N., elle plonge fortement vers le nord.

Ce mode de gisement anormal est en relation avec un accident stratigraphique que l'on peut suivre sur toute la bordure N.E. du massif jurassique du Gris-Nez; nous allons en examiner successivement les différents points.

Mais auparavant, il est nécessaire de rappeler sommairement la constitution des couches qui représentent le Jurassique supérieur dans le Boulonnais.

Portlandien	P. Sables et grès portlandiens.	
	O. Argiles et calcaires noirâtres à <i>Ostrea expansa</i> , <i>O. dubiensis</i> et fossiles phosphatés	30 ^m
Bolonien (<i>Amm. portlandicus</i>)	N. Grès à <i>Pterocera Oceani</i>	
	Sables à <i>Perna rugosa</i>	
	Poudingue à <i>Trigonia Pellati</i>	
	Sables et grès du Mont Lambert.	20 ^m
Virgulien supérieur (<i>Amm. longispinus</i>)	M. Schistes noirs avec quelques plaquettes de lumachelle à <i>Exogyra virgula</i> à la base (<i>Amm. longispinus</i> et <i>Amm. pseudo-mutabilis</i>	30 ^m
	L. Sables et grès du M ^{is} Hubert.	5

(1) Communication faite dans la séance du 22 juin 1891. Manuscrit parvenu au secrétariat le 5 juillet.

(2) *B. S. G. F.*, T. XVII, p. 721, 13 juin 1889.

Virgulien moyen (<i>Amm. caletanus</i>)	}	K. Argiles grises avec lumachelles à grands <i>Exogyra virgula</i> , quelquefois bilobés (<i>Trigonia Rigauxi</i> , <i>Amm. caletanus</i> , <i>Pholadomya multicosata</i>).....	6 ^m
		Alternances de calcaire gris à ciment, de marnes grises et de lumachelles	4 ^m
		Calcaires gréseux, lumachelle, avec <i>Tr. Rigauxi</i> .	1 ^m
		Marnes argileuses fines, gris-clair.....	2 ^m 50
		J. Sables et grès de Conincthun à <i>A. caletanus</i>	4 ^m
Virgulien inférieur (<i>Amm. orthocera</i>)	}	L. Argiles fines grises ou noires, alternant avec des lumachelles à <i>Ex. virgula</i> (1 lit à <i>Ex. virgula</i> bilobé) avec <i>Amm. orthocera</i>	20 ^m
		H. Calcaire de Bréquerèque à <i>Amm. orthocera</i>	15 ^m

Passons maintenant à l'examen des coupes que l'on peut observer successivement en allant de l'Ouest à l'Est :

1^o *Coupe du Gris-Nez*. — Le plateau au sud du Griz-Nez est couronné par les argiles à *O. expansa* et par les grès du M^t Lambert; au cap lui-même, on voit ces couches plonger fortement vers le N. N. O, avec une inclinaison de 20° environ; les grès forment en avant du cap une ligne de gros blocs qui constituent l'écueil des Paulardes. La coupe est bien visible dans le ravin ou Cren de Framzelle : on y voit apparaître, au-dessous des grès, le Virgulien supérieur sous forme d'argiles schisteuses avec bancs gréseux; vers la base, on distingue une couche irrégulière de gros blocs formés d'une agglomération d'*Exogyra bruntrutana*, avec ciment de calcaire gris.

2^o *Falaise à l'E. du Cap*. — Les couches virguliennes continuent à affleurer dans la falaise vers l'est, jusqu'au cap qui est au N. de Floringzelle; celui-ci est constitué par un lambeau de couches presque horizontales, présentant à la base le sommet du Virgulien supérieur, et, au-dessus, les premières assises des grès du M^t Lambert; ce petit lambeau est séparé de la falaise par une faille à peu près verticale, le long de laquelle on voit se redresser les lumachelles virguliennes dessinant une sorte de V, dont la branche sud remonte sur le plateau et représente le prolongement de la demi-voûte du Griz-Nez.

Ce même prolongement des couches se retrouve au-delà du cap et au N. E du point 55; nous y avons observé les lumachelles virguliennes plongeant de 60° vers le N.

3^o *Chemin de Floringzelle au Chatelet*. — A la descente vers le Chatelet l'inclinaison des couches augmente encore : on voit affleurer dans le chemin des bancs de lumachelle virgulienne avec *Amm. caletanus*, présentant un plongement de 74° vers le nord; au-delà,

dans le fossé nouvellement fait, nous avons pu observer successivement les grès du Mont Lambert près des argiles noires à moules de fossiles phosphatés et *O. dubiensis* (O) et au-dessus des fragments du calcaire grumeleux du Portlandien (P); toutes ces couches paraissent verticales et assez fortement laminées. Brusquement au bas de la descente affleurent des marnes et lumachelles virguliennes (M?) n'ayant plus qu'un très faible plongement vers le nord.

Dans toute cette première partie l'allure des couches est très nette : la partie haute, au sud, constitue une demi-voûte, dans laquelle le plongement des couches augmente progressivement jusqu'à atteindre la verticale, tandis qu'au nord les couches de la plaine sont à peu près horizontales. La limite des deux régions est marquée par une faille le long de laquelle les couches sont plus ou moins brouillées et quelquefois même redressées. La dénivellation réelle est assez faible, les couches qui affleurent au N. n'étant pas supérieures à celles qui forment le centre de la voûte. Ce n'est donc en réalité qu'un refoulement linéaire local, trahissant probablement le jeu d'une faille ancienne sous-jacente.

4° *Du Châtelet à Tardinghen.* — Le vallon au sud de la ferme du Flos entame assez profondément le Virgulien; on y voit affleurer les lumachelles à *Pholadomya multicosata*, la coupe descend donc jusque dans le voisinage des calcaires à ciment.

Au nord de la faille on voit affleurer les couches du Virgulien inférieur sous l'église de Tardinghen; elles plongent faiblement vers le nord et se présentent avec la même allure régulière dans toute la plaine vers l'est.

5° *De Moscou à Belledalle.* — Nous arrivons ainsi dans la région où affleure le calcaire coralligène; la voûte du sud est ici bien nettement marquée : le fond à Warinethun est formé par l'Oolithe d'Épître qui se relève vers le nord; en marchant dans cette direction on rencontre successivement le grès de Questrecque, noduleux, irrégulier, ne paraissant pas avoir plus de 0^m50 d'épaisseur, puis les calcaires grisâtres de Bréquerèque, recouverts, un peu avant Bellevue, par les calcaires gréseux à *Trig. Rigauxi*. Au delà on retrouve les calcaires de Bréquerèque qui forment le sommet de la colline; tout de suite à la descente on voit affleurer l'Oolithe d'Épître, qui forme le sommet de la voûte et qui est coupée par quelques petites failles. Les couches se recourbent ensuite brusquement et plongent fortement vers le nord : on recoupe les grès de Questrecque, puis le calcaire de Bréquerèque et dans le fossé avant la route on reconnaît les lumachelles du Virgulien inférieur à peu près verticales.

De l'autre côté de la route une petite sablière montre des couches également verticales et immédiatement au-delà se montre le premier affleurement du calcaire coralligène.

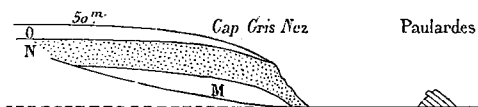


Fig. 1. — Coupe du Gris-Nez, suivant la direction N.N.E.

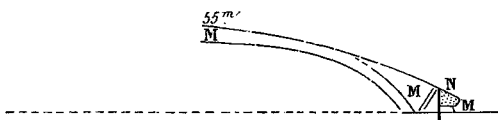


Fig. 2. — Coupe de la falaise à l'E. du cap, suivant la direction N.N.E.

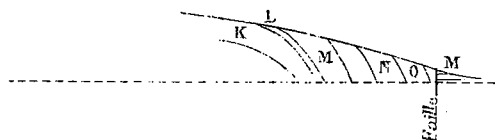


Fig. 3. — Coupe du chemin de Floringzelle au Châtelet.

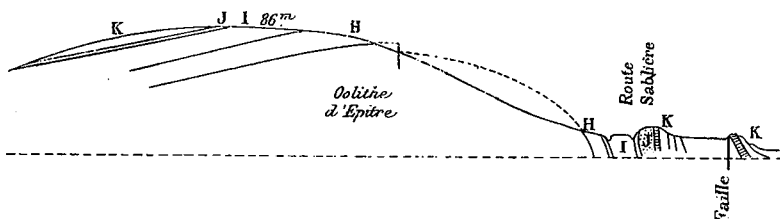


Fig. 4. — Coupe N. N.E., passant par la Sablière entre Moscou et Belledalle.

Voici la coupe que l'un de nous (M. Rigaux) a pu relever dans une tranchée qu'il a fait exécuter en ce point, normalement aux couches : on rencontre successivement à partir du bord nord du chemin :

- a. Marnes bleu-foncé, avec plaquettes calcaires, remplies d'*Exogyra virgula*, avec *Ostrea multiformis*.
- b. Grès formant un banc irrégulier avec *Pygurus* } 6^m00
- Sables jaunâtres exploités.....
- c. Marne et calcaire gréseux à *Ex. virgula* (*Amm. caletanus*, *Terebratulula subsella*)..... 0^m60
- Calcaire coralligène d'épaisseur irrégulière, très dur, avec *Lima proboscidea* et *Cidaris florigemna* 2^m70
- Marnes jaunâtres et calcaire gréseux rempli d'*Ex. virgula* avec fragments de *Gervillia* 0^m90
- d. Argile blanchâtre avec zones rougeâtres..... 3^m60
- Calcaire gréseux à *Trig. Rigauxi* et *Gervillia kimmeridiensis*..... 0^m30
- Argile blanchâtre avec zones rougeâtres..... 0^m90

On voit que le calcaire coralligène est bien nettement intercalé dans le Virgulien moyen à *Amm. caletanus* et *Trigonia Rigauxi*; sa position stratigraphique n'est donc pas douteuse; et elle correspond à peu près à celle des calcaires à ciment.

La seule difficulté est de savoir quel est l'ordre réel de superposition des couches; la coupe que nous venons d'indiquer semble bien montrer que les couches de la Sablière succèdent régulièrement à celles que l'on observe au sud du chemin; dans ce cas elles appartiendraient bien à la retombée nord de la voûte et les couches de sable *b* plus anciennes que les couches à *Tr. Rigauxi* représenteraient les sables de Conincthun. Cette manière de voir nous paraît réunir en sa faveur toutes les probabilités. Mais il est, à la rigueur, possible qu'une faille, cachée par la route, vienne interrompre la continuité des couches et que la couche de sable soit au contraire plus récente que les couches à *Trig. Rigauxi*; dans ce cas elle représenterait les sables du Moulin Hubert, qui renferment en effet souvent des *Pygurus*.

Au-delà des couches *d*, le sol présente une dépression dans laquelle le sous-sol est masqué par des dépôts superficiels sur 40^m environ; puis on distingue une ligne d'affleurements rocheux, représentant une réapparition du calcaire coralligène, surmontant de 5 m. environ la plaine au nord. C'est bien la même couche que précédemment; elle plonge fortement vers le nord, mais sans être verticale et elle est recouverte au bas du talus par les couches *d* à *Trigonia Rigauxi*, exactement comme dans le premier affleurement; plus loin les couches redeviennent à peu près horizontales.

Il est vraisemblable que ce deuxième affleurement du calcaire coralligène appartient à la zone des terrains situés au nord de la faille; ces terrains habituellement peu inclinés auraient subi ici le long de la faille un redressement local, en relation peut-être avec la dureté exceptionnelle du banc de calcaire coralligène. La faille elle-même passerait dans la partie de la coupe qui est masquée par les terrains superficiels.

Le calcaire coralligène forme ainsi deux bandes presque parallèles et dirigées à peu près E. O. : la bande méridionale peut se suivre d'une manière à peu près continue depuis les bâtiments de la ferme de Moscou à l'ouest, jusqu'à l'enclos de Belledalle à l'est, c'est-à-dire sur une longueur de 300 mètres environ. La deuxième bande, au nord, a à peu près la même étendue : elle commence à l'ouest un peu avant Moscou et disparaît avant la ferme de Belledalle. Au delà de l'enclos et dans la même direction, une marnière ne montre plus que les calcaires gris et les lumachelles du Virgulien moyen en couches à peu près horizontales.

Voici les fossiles que M. Rigaux a reconnus dans le calcaire coralligène :

- Rosacilla boloniensis* Sauvage.
Zeilleria Hudlestoni Walker, c. c.
Cardita sp., a. c.
Opis Phillipsi d'Orb.
Nucula Menkei Rømer, c.
Arca texta Rømer.
 — *quadrisulcata* Sow.
Mytilus furcatus Munster.
Lithodomus subcylindricus Buv., c. c.
Pinnigena Saussurei Desh.
Lima (Ctenostreon) proboscidea Sow., c. c.
 — *argonnensis* Buv.
 — *æquilatera* Buv., c.
Pecten vimineus Sow., c.
Hinnites.
Exogyra Rømeri d'Orb., c.
 — *bruntrutana* Thurm., c. c.
Stomechinus perlatus Desm.
Cyphosoma supracorallinum Cott.
Hemicidaris intermedia? Forb.
Rhabdocidaris.
Cidaris florigemma Phill., c. c.
 — *Legayi* R.-S.
Isastrea portlandica c. }
Thamnastrea concinna } d'après Tomes.

Il faudrait ajouter quelques formes citées par M. l'abbé Bourgeat et que nous n'avons pas retrouvées :

- Serpula gordialis* Schloth.
Ceromya excentrica Ag.
Nerinea (indiquée commune).
Zeilleria humeralis Røem. (c'est probablement la *Z. Hudlestoni*).
Cidaris cervicalis Ag.
Pseudocidaris Thurmanni Et. (indiqué comme commun).

6° *Environs d'Ausques*. — A l'est de Belledalle la faille proprement dite n'est plus visible, mais la voûte persiste et paraît s'être ouverte au sommet : si on suit la route de Ricques à Ausques on rencontre successivement à la montée le calcaire de Bréquerecque, les lumachelles du Virgulien inférieur, et les sables de Conincthun en bancs peu inclinés ; le sommet près de la fourche des deux routes est constitué par un calcaire avec *Terebratula* et fragments de *Cyphosoma* qui paraît représenter le calcaire coralligène, mais avec un faciès différent. Brusquement, à la descente, on rencontre l'Oolithe d'Épître, qui indique une dénivellation par faille de 40^m environ. Cette dernière formation plonge au nord et occupe toute la descente

jusqu'à Ausques. Elle est recouverte vers la ferme de l'Horloge par le Virgulien ; une marnière déjà signalée à l'est de ce point montre les couches du Virgulien moyen.

7° *Vallon du Ru de Bazinghen.* — A partir de ce point l'accident s'infléchit vers le S. E. et suit la rive droite du vallon du Ru de Bazinghen : il se présente comme précédemment sous la forme d'une demi voûte qui plonge ici vers le N. E. ; à la retombée de cette voûte les couches sont rompues ou étirées. Ainsi en descendant au N. E. de Ricques on trouve d'abord l'Oolithe astartienne, puis au fond du vallon qui débouche en face de Warcove on rencontre plusieurs marnières anciennement ouvertes dans l'Oxfordien à *Aulacothyris impressa* et *Serpula vertebralis* et couronnées par le calcaire d'Houllefort. A la surface du sol on ramasse les fossiles caractéristiques du calcaire du Mont des Boucards. Au-dessous, sur le chemin d'Ausques à Noir-Bois, on voit reparaître le calcaire du Mont des Boucards avec des lambeaux du grès de Brunembert, tandis que le bas de la pente est occupé par l'Oolithe astartienne. Ces dernières couches affleurent jusqu'à Noir-Bois et disparaissent ensuite sous les alluvions du fond de la vallée. Sur la rive gauche on ne rencontre que les sables du Crétacé inférieur.

En résumé, on voit qu'en partant du Gris-Nez on peut suivre jusqu'à Ausques la trace d'un accident ou faille à peu près rectiligne et dirigée N. 117°, c'est-à-dire parallèle aux accidents les plus importants de la région. Au-delà elle s'infléchit vers le sud et suit à peu près la rive droite du vallon, dans lequel coule le Ru de Bazinghen ; sa direction est alors de 145°.

Cette faille limite au nord et à l'est le massif du Gris-Nez qui, dans son ensemble, est relevé vers le N.E. ; le raccordement entre cette partie relevée et la région basse au N.E. de la faille, s'effectue par un plongement brusque des couches qui affectent la forme d'une demi-voûte bordant la faille au S.O. et dont la retombée coïncide précisément avec cette faille. Les couches sont souvent redressées et relevées dans le voisinage même de la ligne de faille, et c'est dans un de ces accidents locaux où les couches sont fortement redressées de part et d'autre de la faille, que l'on rencontre les affleurements d'une petite lentille de calcaire coralligène, intercalée au milieu du Virgulien moyen.

OBSERVATIONS SUR LA NOTE DE M. STUART-MENTEATH
INTITULÉE : SUR LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR
DES PYRÉNÉES-ORIENTALES (1),

par M. J. SEUNES.

M. Stuart-Menteath a adressé à la Société, dans sa dernière séance, une série de critiques relatives aux coupes de Gan à Rébénacq et de Bidart-Biarritz, que j'ai publiées dans le Bulletin en 1887 (2), et que j'ai décrites plus longuement dans ma thèse (3). Il m'a paru que ces critiques tendent à montrer :

1° « Qu'il n'y a rien de nouveau dans la coupe de Gan. »

2° Que la coupe de la falaise de Bidart est mauvaise et inférieure à celles de mes devanciers.

3° Que mes interprétations sont erronées.

Le fond, la forme et le ton de ces critiques, je devrais dire de ces affirmations et de ces négations, m'autorisent à ne pas les discuter ; je ne puis cependant ne pas présenter quelques observations.

Je suis désolé d'être en désaccord avec un de nos confrères qui explore depuis de si longues années les Basses-Pyrénées ; mais il est naturel que, n'ayant pas la même éducation géologique, nous puissions voir et interpréter certains faits d'une manière différente. Je m'explique ainsi comment M. Stuart-Menteath me reproche, par exemple : 1° d'avoir figuré dans la coupe de la falaise de Bidart-Biarritz les failles secondaires f', f'', f''', qui intéressent *la voûte rompue de l'anticlinal de Caseville* (Thèse, coupe 4, p. 20, Pl. II, fig. 4 et 4 bis) ; 2° d'admettre une faille au sud de Bidart (*loc. cit.*, fig. 6) séparant le Cénomaniens du Maestrichtien ; 3° de ranger dans le Trias le lambeau des argiles bariolées et gypseuses (*loc. cit.*, p. 216) de Caseville, que M. Stuart-Menteath regarde comme étant du Crétacé métamorphisé en gypse, argiles bariolées, etc. Le lecteur verra au paragraphe intitulé : *Bande anticlinale des argiles bariolées situées entre l'Océan et la Vallée de la Nive* (Thèse, p. 215), que l'étroit lambeau des argiles bariolées de Caseville devient, quelques kilomètres plus à l'est, sur les bords de la Nive,

(1) Communication faite dans la séance du 22 juin 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 22 juillet 1891. — V. la note de M. Stuart-Menteath, p. 722.

(2) Note préliminaire sur la Géologie du département des Basses-Pyrénées, B. S. G. F., 3^e série, t. XV, p. 732.

(3) Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France, p. 20, Pl. II, fig. 4 et 4 bis.

une large bande d'argiles bariolées gypseuses accompagnées de cargneules, etc., renfermant des lentilles de sel d'une grande épaisseur, exploitées à Bassussary et à Villefranque.

Je regrette que M. Stuart-Menteath ait cru devoir rappeler, dans sa note, l'opinion émise par M. Jacquot, en 1866, sur l'âge des argiles bariolées et gypseuses de Caseville (1), car, comme nul ne l'ignore, M. Jacquot a modifié, dans ces dernières années, sa manière de voir, et rapporté au Trias les affleurements des argiles bariolées et gypseuses et souvent salifères des Pyrénées.

Quoi qu'en puisse penser M. Stuart-Menteath, je me permettrai, pour terminer, de revendiquer au sujet des deux coupes en question : 1° la découverte de la faune danienne dans les calcaires souvent rosés qui terminent le Crétacé (*Nautilus danicus*, *Coraster*, *Jeronia*, *Galeaster*, *Offaster*, *Cidaris*, etc.), et celle du Cénomaniien dans le flysch de Caseville, de Bidart et de Gan-Rébenacq ; 2° l'étude approfondie de la faune des assises du Maëstrichtien de Bidart et de Gan : *Ammonites Jacquoti*, *Ammonites fresvillensis*, etc., *Stegaster*, *Offaster*, etc.

C'est sur cette étude et ces découvertes que j'ai basé l'interprétation des coupes de Gan et de Bidart, interprétation qui n'est pas acceptée par M. Stuart-Menteath.



(1) Description géologique des falaises de Biarritz, etc., p. 32, 33, 34.

RÉPONSE A LA NOTE DE M. STUART-MENTEATH
INTITULÉE : SUR LES NOTES DE M. J. SEUNES (1),

par M. J. SEUNES

Dans la séance du 22 juin 1891, M. Stuart-Menteath m'adresse une nouvelle série de critiques auxquelles je pourrais appliquer les mêmes réflexions qui sont en tête de ma note précédente. Je laisse de côté les critiques puériles, et au lieu d'opposer des affirmations et des négations à celles de mon contradicteur, je vais m'appliquer à transcrire les passages des notes que j'ai combattus dans mes recherches ; le lecteur pourra, de cette manière, facilement juger ce que valent les réclamations de notre confrère.

En ce qui touche les *grès*, les *poudingues gréseux* et les *schistes noirs* du sud d'Ascain que j'ai classés dans le Gault (Thèse, coupe III, p. 18, fig. III, Pl. II), M. Stuart-Menteath me reproche d'avoir dit à tort, à plusieurs reprises, qu'il les avait rapportés au Lias. Sa réclamation est ainsi formulée :

« Si on consulte la note citée par M. Seunes, *B. S. G. F.*, 3^e série, » t. IX, p. 316 et 317, on trouvera que j'ai attribué les fossiles de » ce terrain au Crétacé, et qu'en vue de certaines ressemblances » douteuses, j'ai dit : Je crois devoir suspendre toute conclusion ; » mais dans la même note (p. 330), j'ai discuté de nouveau la ques- » tion de l'âge de ces poudingues en les rapportant à la base du » Flysch crétacé supérieur ; et dans une note présentée à la séance » du 21 juin 1886 (t. XIV, p. 590), j'ai encore décrit ces grès et » poudingues, souvent ressemblant au Trias, comme situés entre » le Néocomien et le Cénomaniens, mais inséparables de ce dernier. »

Voici la reproduction des pages 316 et 317 de la note de M. Stuart-Menteath, que j'ai critiquée :

« Tous ces calcaires (2) jurassiques et crétacés (*terminés par des » calcaires à Orbitolina concava* et des *calcaires à Polypiers*) plongent » fortement vers le S. E. et sont apparemment en concordance, » étant recouverts par des grès et poudingues du Flysch (3). Au

(1) Communication faite dans la séance du 22 juin 1891. Manuscrit parvenu au secrétariat le 6 juillet 1891. V. la note de M. Stuart-Menteath, p. 753.

(2) J'ai classé tous ces calcaires dans l'Urgonien. Thèse, page 21.

(3) J'ai classé ces grès, poudingues, dans l'Albien. Thèse, p. 20, 5^o Al. et 18, 2^o Al.)

» milieu des collines qui, de ce point, se développent vers Sare, j'ai
 » trouvé des schistes noirs avec Ammonites voisines de *A. Serpen-*
 » *tinus* du Lias supérieur (1). Au point d'affleurement des calcaires,
 » un peu au Nord de Sare, indiqué sur la même coupe (fig. 5 de la
 » note de M. Stuart-Menteath, p. 318), j'ai trouvé un calcaire de
 » plus de cinq mètres d'épaisseur et qui se présente sur plus de cent
 » mètres de long. Il est recouvert par des grès et schistes qui passent
 » au Flysch (2).

» Ce calcaire contient (3) :

Rhynchonella tetraedra (H) (4).

Waldheimia Davidsoni (H).

Terebratula Mariæ? (F).

« Dans les schistes noirs *au-dessous* de ce calcaire :

Pecten æquivalvis (F).

Belemnites tripartitus (H).

Ammonites Boblayei ou *margaritatus* jeune (F).

Plicatula spinosa (F).

« Dans des grès et schistes noirs, passant au calcaire, à deux
 » kilomètres d'Ascain, sur la route de Sare, et qui ressemblent pré-
 » cisément au Lias ci-dessus, j'ai trouvé des impressions qui m'ont
 » paru sur le terrain représenter un Scaphite, ressemblant à
 » *Scaphites Geinitzi*. M. Fischer a trouvé qu'elles rappelaient cer-
 » tains Scaphites du Crétacé. Mais M. Munier-Chalmas m'a montré
 » que ces impressions pouvaient bien représenter des parties de
 » l'*Ammonites primordialis* du Lias et d'une autre Ammonite du
 » même terrain (5).

» Entre la couche qui m'a fourni ces impressions et les marnes
 » irisées du Trias, il y a un poudingue INTERCALÉ entre des bancs
 » d'un grès tendre passant à un schiste noir pareil à celui du Lias ;
 » le tout paraît en stratification concordante ; et le poudingue est
 » composé de cailloux roulés de quartzite provenant du Trias, et de

(1) J'ai signalé que ces schistes, de même que les grès précités, renferment *Ammonites Mayorianus*, etc. Thèse, p. 18, 19, 2^o Al. et p. 20, 21, 5^o Al.

(2) Ces grès et ces schistes, supérieurs au calcaire, appartiennent au Gault. Thèse, 5^o Al. p. 20-21.

(3) J'ai eu soin d'indiquer dans ma thèse (p. 20), que ce calcaire et les schistes, situés au N. de Sare, étaient en partie liasiens et toarciens, et que M. Stuart-Menteath y avait signalé des fossiles liasiens, p. 125.

(4) Les déterminations des fossiles, signalés dans la note de M. Stuart-Menteath, sont dues à MM. Hébert (H) et Fischer (F).

(5) Dans ces grès et schistes noirs, j'ai signalé des espèces typiques du Gault : *Ammonites Mayorianus*, *Am. Agassizi*, *Am. latidorsatum*. Thèse, 5^o Al., p. 20-21.

» cailloux roulés et subanguleux d'ophite décomposée (1). *Les*
 » *détails minéralogiques et stratigraphiques les plus minutieux, ainsi*
 » *que les relations des terrains, de tout le voisinage m'ont paru*
 » *prouver que ce poudingue appartient au Lias. Depuis que je me*
 » *suis occupé de la classification du Flysch, je crois devoir sus-*
 » *pendre toute conclusion sur cet exemple d'un phénomène dont je*
 » *pourrai citer d'autres cas. »*

Comment trouver la moindre concordance entre ce texte et la première partie de la réclamation de notre confrère, ainsi conçue :
 « Si on consulte la note citée par M. Seunes, on trouvera que
 j'ai attribué les fossiles de ce terrain au Crétacé, et qu'en vue de
 certaines ressemblances douteuses, j'ai dit : je crois devoir suspendre
 toute conclusion. ? » Je me contente de poser la question.

C'est à la page 330 que M. Stuart-Menteath dit « avoir discuté
 l'âge des poudingues gréseux en question (2), en les rapportant à
 la base du Flysch du Crétacé supérieur (3) ». En voici la copie (4):

« Quant à l'époque de l'injection des ophites, on peut dire qu'elles
 ont souvent pénétré les roches jurassiques et qu'elles ont parfois
 pénétré jusque dans le Crétacé inférieur, sinon dans le Cénomani-
 nien. Le gisement de Biarritz paraît prouver que l'ophite a pu
 affecter l'Eocène inférieur. On pourrait donc admettre que toutes
 les ophites ont été respectées pendant l'époque éocène. Contre
 cette conclusion, il n'y a que le fait de la présence de blocs et
 même de cailloux roulés d'ophites dans certains poudingues
 associés avec des roches cénomaniennes, néocomiennes et même
 jurassiques, dans le voisinage des ophites en place. J'ai trouvé
 ces poudingues sur plusieurs points; j'ai cru d'abord que, dans
 certains cas, c'étaient bien des couches normales de la même
 époque que les couches avec lesquelles elles paraissaient inter-
 stratifiées. Cependant, certains indices pourraient faire douter de
 cette conclusion. Les poudingues à cailloux roulés d'ophite
 contiennent beaucoup de cailloux de quartzite provenant des
 poudingues du Trias, et même des fragments de ces poudingues;
 il est peu probable que le poudingue du Trias, situé dans le voi-

(1) Dans ce poudingue et dans les grès tendres, il y a des *Orbitolina*, et dans ces derniers, il y a en outre *Ammonites Mayorianus*. (Voir Thèse, *loc. cit.*).

(2) De la page 317 à la page 330, M. Stuart Menteath signale de nombreux poudingues dont l'âge n'est pas bien fixé, comme pourra en juger le lecteur.

(3) Il est important de remarquer qu'à la page 315 de sa note, ligne 20, M. Stuart Menteath considère le Flysch comme *supérieur* au Turonien.

(4) Cet extrait appartient au paragraphe intitulé *Ophites*, comprenant les pages 326 à 331.

» sinage, près de la base du Trias, fût exposé à l'érosion pendant
 » l'époque jurassique. Donc, il est plus probable que ces pou-
 » dingues appartiennent au Flysch (1), qui s'est insinué entre des
 » affleurements de roches jurassiques, comme il a fait, d'ailleurs,
 » incontestablement dans le voisinage. La figure 15 (2) présente
 » un exemple des poudingues ainsi formés par le Flysch. A gauche,
 » il contient surtout des fragments d'ophite; à droite, il contient
 » des éléments du Trias et du Jurassique. On peut comprendre
 » par cet exemple comment, dans d'autres gisements, on pourrait
 » supposer que le poudingue à ophite est contemporain des couches
 » jurassiques. »

On voudra bien m'accorder qu'on ne voit pas dans les lignes précédentes qu'il soit question *des grès, poudingues gréseux et schistes noirs situés à 2 kilomètres nord d'Ascaïn, vers la route de Sare*, dont il est question plus haut; mais si, comme l'affirme M. Stuart-Menteath, notre confrère avait également en vue cette formation, comment concilier cette nouvelle manière de voir avec ses affirmations précédentes: « *Le tout paraît en stratification concordante; — les détails minéralogiques les plus minutieux, ainsi que les relations des terrains de tout le voisinage, m'ont paru prouver que ce poudingue appartient au Lias* ». Je n'insiste pas, n'ayant jamais douté de la bonne foi de notre confrère.

En dernier lieu, M. Stuart-Menteath fait observer que, dans une autre note présentée à la séance du 21 juin 1886 (*B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIV), « il a décrit des grès et poudingues, souvent ressemblant au Trias, comme situés entre le Néocomien et le Cénomanién, mais inséparables de ce dernier. »

Je n'ai jamais mis le fait en doute, mais je ne vois pas le rapport qu'il y a entre les grès, poudingues et schistes noirs prétendus jurassiques de la route d'Ascaïn et les grès et les poudingues dont il est question dans une autre note. Le lecteur va en juger (3): « Le Lias m'a fourni un certain nombre de fossiles, entre autres des Posidonomyes et plusieurs espèces d'Ammonites. Il est très fossilifère des deux côtés du massif crétacé entre Hosta et Mendive, au nord de Sare, au sud de Cambo et de Tolosa à Elizondo; c'est-à-dire à peu près partout où il se présente. Le Jurassique moyen et infé-

(1) Il est important de remarquer que M. Stuart-Menteath n'a en vue que des poudingues intercalés dans le Flysch qu'il considère comme *supérieur* au Turonien.

(2) Coupe d'Hebbarron, route de Saint-Jean-de-Luz à Saint-Pée-sur-Nivelle.

(3) La note de M. Stuart-Menteath a trait aux gisements métallifères des Pyrénées occidentales; le passage cité est relatif à la géologie générale de la région.

» rieur sont représentés d'une façon plus restreinte. Le Crétacé
 » inférieur est surtout représenté par une lumachelle à huitres qui
 » a une épaisseur très variable, et qui présente parfois des fossiles
 » néocomiens. Au-dessus, on trouve des *grès et poudingues*, souvent
 » ressemblant au Trias, mais caractérisés par l'*Orbitolina concava*
 » et des gisements de plantes fossiles. Dans ces grès on en trouve
 » des masses isolées d'un calcaire coralligène du Cénomanién qui est
 » parfois pétri d'*Orbitolina concava*, parfois rempli de Polypiers et
 » de radioles de *Cidaris*. Au-dessus se trouve la formation que j'ai
 » comparée au Flysch de Vienne.»

J'arrive à la critique relative au Toarcien. — A la suite de la liste des *Harpoceratidæ* que j'ai signalée dans le Toarcien des Basses-Pyrénées (Thèse, p. 131) j'ai dit : « Cette association d'espèces caractéristiques du Lias supérieur de France et d'Italie permet de classer les couches en question dans le Toarcien. C'est la première fois que cette faune, si riche en Ammonites, est signalée dans les Pyrénées, où le Lias moyen était seul assez bien connu; cependant, M. de Lacvivier a cité *Ammonites radians* aux environs de Lescure (Ariège). Les recherches que je me propose de faire aux environs de Saint-Jean-Pied-de-Port augmenteront certainement le nombre de ces espèces ».

En écrivant ces lignes j'avais en vue de faire ressortir l'intérêt que présente dans les Pyrénées françaises l'association d'espèces cantonnées d'une part en France et en Allemagne et d'autre part en Italie. M. Stuart-Menteath m'objecte : 1° « j'avais, dit-il, signalé *Ammonites radians* (B. S. S. F., 3^e série, t. XVI, p. 44), à quelques kilomètres des gisements que j'ai fait personnellement connaître à M. Seunes ». L'indication bibliographique ci-dessus me paraît erronée, car elle est relative au versant espagnol (coupe de Hernani à Oyazzun) que je ne connais pas. M. Stuart-Menteath a probablement voulu parler des gisements à *Ammonites serpentinus* et à *Ammonites primordialis* qu'il a signalés dans la formation prétendue toarcienne des grès, poudingues gréseux et schistes noirs situés au sud d'Ascain, et dont il a pu me parler dans la visite que j'ai eu l'honneur de lui faire avant de commencer mes recherches dans les Basses-Pyrénées.

Comme je l'ai montré dans ma thèse et au commencement de cette note, ces gisements à *Ammonites serpentinus* et à *Ammonites primordialis* appartiennent au Gault bien caractérisé par *Ammonites Mayori*, *Ammonites latidorsatus*, etc. (Voir Thèse, p. 16, n° 4, Al. — p. 18-19, n° 2, Al.). Je ne pouvais donc, en vérité, citer la découverte de M. Stuart-Menteath.

2^o M. Stuart Menteath ajoute : « J'ai plusieurs fois indiqué le Toarcien. » Il n'en est plus question dans sa note de 1881. Il n'en parle pas dans sa note de 1886, intitulée : *Gisements métallifères des Pyrénées occidentales* ; mais il a signalé, en 1887, séance du 7 novembre, à la page 44 de sa note intitulée : *Constitution géologique des Pyrénées*, une liste de fossiles liasiens et toarciens, appartenant à un gisement situé en Espagne, entre Hernani et Oyarzun, et que l'auteur aurait également trouvés à Santiagomendi, entre Hosta et Mendive, ainsi qu'à Andoin.

Je me permets de rappeler que c'est le 20 juin 1887 que j'ai fait connaître, en m'appuyant sur des listes de fossiles (1), la composition si intéressante du Jurassique de Cambo (Liasien, Toarcien, Bajocien, Bathonien, Callovien, Oxfordien et Jurassique supérieur). (*B. S. G. F.*, 3^e s., t. XV, p. 732).

En ce qui a trait au Bajocien, je maintiens que la faune si typique que j'ai citée dans les calcaires de Cambo n'a jamais été signalée dans les Pyrénées françaises.

Je n'ai également rien à retrancher à l'historique des calcaires coralliens de Cambo, d'ailleurs tout à l'honneur de M. Stuart-Menteath (Thèse, p. 36. Errata du renvoi : lire p. 319 au lieu de 23 ; et p. 46 au lieu de 17).

J'arrive aux observations formulées par M. Stuart-Menteath au sujet de l'historique du gisement jurassique de Sare. Dans ma note du 20 juin 1887, j'avais attribué à Leymerie la connaissance de ce gisement. Dans ma thèse j'ai rappelé (p. 125) « qu'on doit à M. Gindre, ingénieur à Itsatsou (2), la découverte du gisement de Sare (*communication verbale*) dans lequel M. Stuart-Menteath a signalé la présence de fossiles liasiens ». Notre confrère m'attribue la pensée d'avoir voulu le traiter de plagiaire. Je proteste contre cette accusation, tout en maintenant la véracité de cette communication, provoquée par la lecture de ma note de 1887.

En terminant cette discussion, qui ne fera malheureusement faire aucun progrès à la géologie des Basses-Pyrénées et qui me fait presque regretter de ne pas avoir insisté plus souvent et davantage sur les différences d'interprétation des faits, je tiens à dire de nouveau que je suis prêt à réparer les erreurs ou les lacunes qui pourront être relevées dans mes *recherches géologiques* sur les Basses-Pyrénées et les Landes ; je n'ai, jusqu'à présent, rien à changer aux observations que j'ai pu émettre sur les travaux de mes devanciers, ni aux conclusions que j'ai pu formuler.

(1) Ces fossiles et tous ceux que j'ai signalés dans ma thèse sont à la Sorbonne (Laboratoire des recherches géologiques).

(2) Ce modeste et savant ingénieur est mort au commencement de l'année, c'est-à-dire bien après la soutenance de ma thèse.

DESCRIPTION DE DEUX CRINOÏDES NOUVEAUX DU DÉVONIEN
DE LA MANCHE (1),

par M. D.-P. ŒHLERT.

(Pl. XVIII).

L'étude de la faune dévonienne inférieure de l'Ouest de la France nous avait déjà amenés à signaler un certain nombre de Crinoïdes. Bien que provenant tous de couches de même âge, les uns semblent être des représentants attardés de formes siluriennes (*Clonocrinus Bigsbyi*, *Raphanocrinus? Wachsmuthi*); d'autres ont, au contraire, des caractères plus franchement dévoniens, et leurs analogues se retrouvent dans le calcaire de l'Eifel : *Phimocrinus Jouberti*, *Lecanocrinus Soyeyi*, *Melocrinus occidentalis*, *Tiaracrinus Soyeyi*.

Nous devons à l'obligeance de M. le commandant Jouan, conservateur du Musée de Cherbourg, la communication de deux formes nouvelles trouvées dans la grauwacke dévonienne inférieure de Pont-aux-Bouchers, près Néhou (Manche). Ce gisement fossilifère est connu depuis les travaux de Hébert (2), Dalimier (3), Bonnissent (4); d'après des observations récentes faites par M. Bigot, qui a bien voulu nous communiquer verbalement ce renseignement, les couches de grauwacke occupent le centre d'un synclinal et sont supérieures au calcaire de Néhou proprement dit.

L'un des crinoïdes se rapproche plus particulièrement des espèces dévoniennes, tandis que l'autre a un faciès franchement silurien.

Le premier est décrit d'après un moule interne sur lequel on voit très nettement les sutures des plaques sur les faces latérales du calice, sur la voûte et à la base des bras. Ces caractères ne sont toutefois pas suffisamment précis pour une détermination spécifique rigoureuse.

Le second, que nous désignons sous le nom de *Diamenocrinus Jouani*, est représenté par des moules en creux de trois calices dont nous avons pu prendre des contre-moulages; sur l'un des exemplaires, on voit encore le calice fixé sur sa tige, laquelle est enroulée en

(1) Communication faite dans la séance du 22 juin 1891. Manuscrit remis au secrétariat le 8 juillet 1891.

(2) Hébert. 1855, *B. S. G. F.*, 2^e Sér. T. XII, p. 1175.

(3) Dalimier. 1861. *Stratigraph. Ter. Prim. Cotentin*, p. 87-89.

(4) Bonnissent. 1870. *Essai Géol. Dépt. Manche*, p. 238.

crosse à sa partie inférieure; ce dernier caractère se répète sur un autre fragment que nous avons également fait figurer.

CTENOCRINUS sp.

Pl. XVIII, fig. 1, 1a-1b

Calice conoïde constitué par de grandes plaques et pourvu de dix bras accolés deux à deux. Basales 4, grandes, dont trois axillaires alternent régulièrement avec les premières radiales, tandis que la quatrième, tronquée à sa partie supérieure, est située dans l'axe même du rayon radial qui est directement opposé à l'interradius anal.

Radiales primaires, 3×5 , décroissant graduellement et assez rapidement en taille; les premières très grandes, heptagonales,

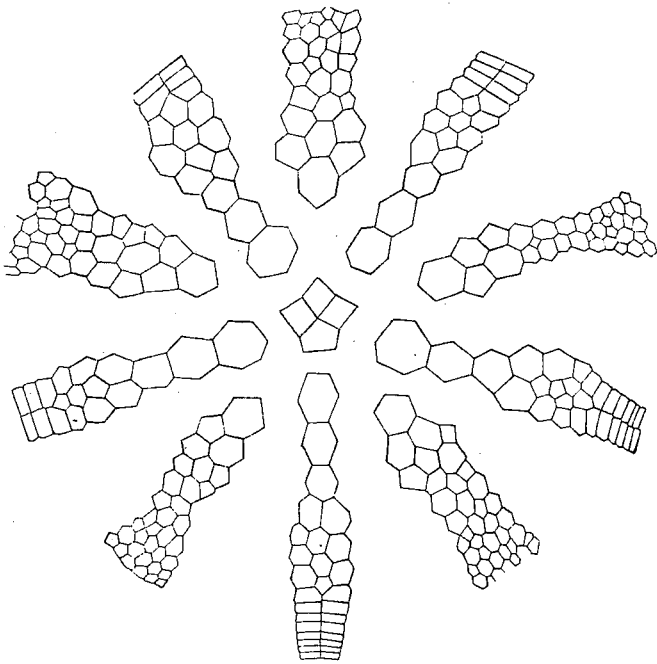


Fig. 1.

sauf celle qui est située dans le radius opposé au côté azygal, laquelle est hexagonale; les secondes sont hexagonales, sauf une heptagonale située dans le radius antérieur gauche; les troisièmes sont axillaires et heptagonales, moins une située dans le radius postérieur gauche et qui est hexagonale.

Radiales secondaires 3 ou $4 \times 2 \times 5$;

Bras accolés deux à deux $2 + 2 \times 5$, constitués par des articles simples, surbaissés.

Intraradiales ordinairement en file unique ascendante de trois pièces placées entre les radiales secondaires, parfois avec une ou deux pièces additionnelles.

Interradii composés de grandes plaques; la première rangée est constituée par une plaque unique reposant sur les bords tronqués de la première radiale; cette plaque est heptagonale dans l'interradius anal, hexagonale dans les autres espaces interradiaux; la seconde rangée comprend trois plaques du côté azygal, deux seulement sur les autres côtés; dans la troisième rangée, il existe tantôt deux, tantôt trois plaques, après quoi les pièces, devenues irrégulières, vont rejoindre celles de la voûte.

Tige inconnue.

Gisement : Grauwacke du Dévonien inférieur de Pont-aux-Bouchers.

Cette forme, qui ne nous est connue que d'après un seul spécimen à l'état de moule interne, par conséquent ne permettant pas de détermination spécifique, est très voisine de *Ctenocrinus decadactylus* Goldf.; toutefois, dans l'espèce du Dévonien d'Allemagne, les interradiales sont moins nombreuses, ainsi que les intraradiales.

DIAMENOCRINUS (1) n. g.

Pl. XVIII, fig. 2, 2^a, 3, 4.

Calice cupuliforme muni de crêtes radiales, et avec des nervures rayonnantes sur toutes les plaques. Sous-basales 5, petites, presque complètement cachées par la tige; basales 5, heptagonales; radiales primaires 5×3 : la première et la troisième pentagonales, la seconde hexagonale; radiales secondaires 5 ou $6 \times 2 \times 5$; intraradiales disposées régulièrement : la première série constituée par une seule plaque, grande, et reposant directement sur les basales; la seconde série par deux plaques encore de dimensions importantes et situées à la hauteur de la troisième radiale primaire; au-delà, les autres plaques sont plus petites, toujours au nombre de deux par série, et vont en diminuant de taille graduellement jusqu'à la base des bras. Bras 20, très ramifiés, composés d'articles simples, très minces, avec des pinnules grêles très serrés. Tige pentagonale.

(1) διαμῆνω, je continue; κρίνον, lys.

DIAMENOCRINUS JOUANI n. sp.

Pl. XVIII, fig. 2, 2^a, 3, 4.

Calice subglobuleux, renflé vers la base et un peu étranglé au point où les bras deviennent libres ; ceux-ci sont très dichotomes et unisériaux ; plaques ornées de crêtes rayonnantes et de nervures saillantes disposées suivant la direction des radiales primaires et

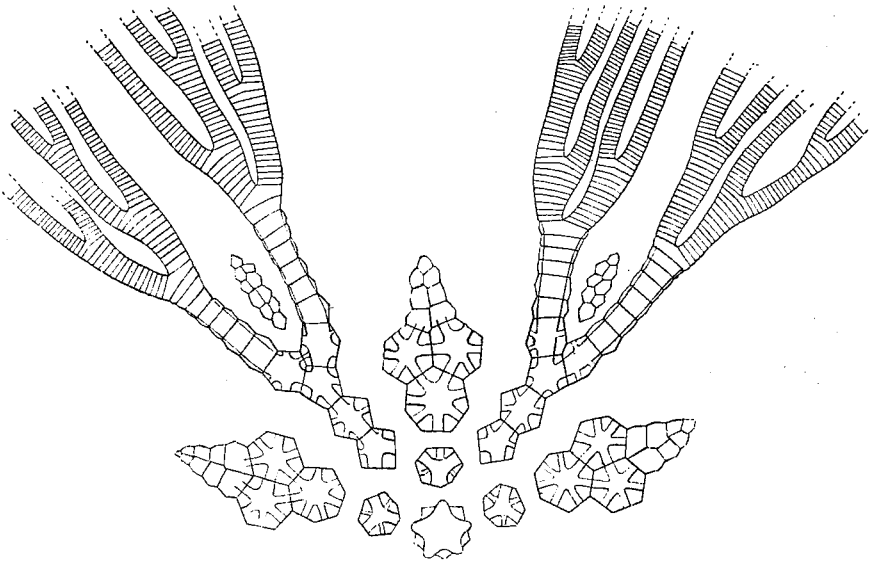


Fig. 2.

secondaires. Base dicyclique. Sous-basales au nombre de 5, petites, à sommet anguleux dépassant un peu la surface d'insertion de la tige et alternant avec les angles de celle-ci. Basales 5, heptagonales, alternant avec les sous-basales, et se touchant latéralement ; leur sommet rectiligne supporte la première interr radiale et, sur leurs angles supérieurs tronqués, reposent les premières radiales ; les basales sont pourvues de crêtes qui partent du centre de la plaque dont trois, très fortement accusées, sont disposées en Y. La branche inférieure fait suite à l'un des angles de la tige et a une direction interr radiale, tandis que les deux supérieures, qui divergent, se rendent vers le centre des premières radiales.

Radiales primaires 3 × 5 ; la première et la troisième pentagonales, mais à sommet dirigé en sens inverse ; la seconde est hexagonale. Ces plaques sont à peu près de même taille ; elles se distinguent des autres plaques situées à la même hauteur par la présence

d'une nervure médio-longitudinale très nette et ascendante, qui, sur la troisième radiale primaire qui est axillaire, se bifurque pour suivre la double file des radiales secondaires, sur lesquelles elle prend une importance telle qu'elle donne à celles-ci un relief très marqué au-dessus des espaces interradiaux et intradiaux. Les radiales secondaires, au nombre de $6 \text{ à } 8 \times 2 \times 5$, sont beaucoup moins grandes que les radiales primaires, et leur hauteur diminue graduellement jusqu'à la naissance des bras qui, à partir de la sixième ou de la huitième plaque, deviennent libres. Bras $2 \times 2 \times 5$, longs, assez grêles, arrondis et très ramifiés; ces vingt bras prennent tous naissance sur une même ligne correspondant à un léger étranglement de la partie supérieure du calice; groupés 2 par 2, ils reposent directement sur la dernière des radiales secondaires, et le passage entre celles-ci et les premiers articles brachiaux a lieu assez brusquement. Chacun de ces bras donne ordinairement naissance, soit du côté externe, soit du côté interne et suivant des intervalles assez réguliers, à 3 ou 4 ramifications subégales, qui peuvent elles-mêmes se subdiviser à leur tour. Les articles brachiaux disposés en série unique sont constitués par de petites plaques à bords parallèles, très minces, et dont on compte environ 36 sur une longueur d'un centimètre. Pinnules très grêles, disposés alternativement de chaque côté du sillon ambulacraire et serrés de façon à se toucher.

Interradiales disposées régulièrement; la première, grande, heptagonale, reposant directement sur le côté supérieur tronqué de la basale, et par conséquent séparant complètement les radiales tout autour du calice; la première interradiale est ainsi comprise entre les premières et les deuxièmes radiales; la seconde rangée d'interradiales se compose de deux plaques assez grandes situées sur une même ligne et limitées latéralement par les secondes et troisièmes radiales primaires, ainsi que par la première radiale secondaire. Ces deux rangées d'interradiales à surface étoilée prennent part au renflement général de la partie inférieure du calice et ce n'est qu'au-dessus d'elles que l'aréa interradiale commence à s'aplatir et à se déprimer, en même temps qu'elle se réduit graduellement jusqu'à la naissance des bras. Cette partie comprise entre les crêtes formées par les radiales secondaires ne comprend plus que des pièces petites, toujours disposées deux par deux et dont la taille diminue en se rapprochant de la partie ventrale. Côté anal et voûte inconnus.

Tige annelée, à section nettement pentagonale près du calice, devenant graduellement arrondie en s'éloignant de celui-ci; elle conserve le même diamètre sur toute sa longueur, qui a environ

vingt centimètres sur l'un des spécimens étudiés; sa partie terminale, libre, s'enroule dans un même plan en forme de crosse. Ses articles sont alternativement minces et épais. Près du calice on observe des cirrhes.

Gisement : Grauwacke du Dévonien inférieur de Pont-aux-Bouchers, près Nêhou (Manche).

Le genre que nous créons rappelle tout d'abord extérieurement les formes de *Glyptocrinus* par les proportions et l'aspect général du calice, par l'ornementation si accusée et si caractéristique des plaques, enfin, par la disposition des bras, dichotomes et unisériaux. Malgré ces apparences, il existe des différences profondes qui, non seulement servent à distinguer les deux genres, mais encore les placent dans deux familles distinctes. En effet, dans les *Melocrinidæ*, parmi lesquels se classe le genre *Glyptocrinus*, l'on retrouve, comme caractères communs à tous les genres de cette famille, une base monocyclique et un anneau de premières radiales composé de cinq pièces, sans intercalation entre elles d'aucune autre plaque.

Quant aux *Glyptasteridæ*, qui rappellent à certains égards *Diamenocrinus*, ils possèdent bien, comme ce genre, une base dicyclique, mais les premières radiales sont en contact les unes avec les autres comme dans la famille précédente, sauf toutefois du côté postérieur, où s'intercale une plaque dont l'adjonction porte à six le nombre des pièces de ce cycle.

Notre genre ne peut pas davantage être rangé parmi les *Reteocrinidæ*, car, si comme dans les genres de cette famille, à base dicyclique, les premières interradianales sont situées au niveau des premières radiales, les espaces interradianaux ne sont pas constitués de même; en effet, dans les *Reteocrinidæ*, ceux-ci sont très déprimés sur toute leur étendue et composés de plaques irrégulièrement disposées, très petites, très nombreuses, s'élevant parfois au nombre de 40 à 50 chez certaines espèces; dans *Diamenocrinus*, au contraire, ces pièces sont en ordre régulier, grandes, et couvertes de nervures étoilées.

La famille des *Rhodocrinidæ*, seule, possède des caractères concordant entièrement avec notre type, soit : une base dicyclique, des premières radiales séparées par les premières interradianales et formant avec celles-ci un anneau de dix plaques et enfin, des interradianales grandes, relativement peu nombreuses et bien délimitées. Dans cette famille, les genres *Archæocrinus* et *Rhaphanocrinus* sont ceux qui présentent le plus d'affinités avec notre nouvelle forme, tout en s'en distinguant très nettement.

Dans *Rhaphanocrinus*, en effet, le calice est conoïde et surbaissé; les premières et troisièmes radiales primaires sont heptagonales et les secondes subrectangulaires : ces caractères entraînent une disposition particulière des interradianes, dont chaque rangée se continue en un même cycle annulaire avec les rangées de même ordre des radiales. Dans notre genre, au contraire, les premières et troisièmes radiales primaires sont pentagonales, les secondes hexagonales, et les interradianes beaucoup plus grandes, de telle sorte que la seconde rangée est au niveau des troisièmes radiales primaires et va toucher aux premières radiales secondaires. De plus, il n'existe pas de radiales secondaires dans *Rhaphanocrinus* : les bras, devenant libres immédiatement au-dessus de la troisième radiale primaire, ceux-ci ne se dichotomisent pas, et sont composés de longs articles munis de forts pinnules; enfin, la tige est beaucoup plus grosse et de forme cylindrique.

Quant au genre *Archæocrinus*, il est caractérisé par un calice conoïde et élevé, des radiales deux fois bifurquées au-dessous du point où les bras deviennent libres et ceux-ci sont bisériaux; la tige est ronde.

Nous ferons remarquer que c'est avec des genres exclusivement siluriens, et dont quelques-uns ne se trouvent que dans la partie moyenne de ce terrain (Hudson River, Trenton), que nous avons été amenés à comparer la nouvelle forme du Dévonien inférieur de la Manche; en Europe, comme en Amérique, aucun type analogue n'a été signalé jusqu'ici dans le Dévonien, sauf *Rhaphanocrinus? Wachsmuthi* et *Clonocrinus Bigsbyi*, qui proviennent également des couches de même âge de la Mayenne et de la Sarthe.

OBSERVATIONS. — Les caractères particuliers de *Diamenocrinus* et les affinités qu'il présente avec des formes d'âge plus ancien, nous ont conduits aux considérations générales suivantes :

Ce genre, ainsi que nous l'avons dit, a toutes ses plaques calicinales couvertes de nervures étoilées, caractère qui se retrouve dans un certain nombre de genres de Paléocrinoïdes, principalement dans les familles des *Rhodocrinidæ*, *Melocrinidæ*, *Actinocrinidæ*, *Poteriocrinidæ*, etc. Dans toutes les formes qui possèdent une ornementation analogue, les nervures partent toujours du centre de chaque plaque, et chaque rayon est toujours perpendiculaire aux bords tronqués, de telle sorte que si les sutures ne sont pas apparentes sur un échantillon, on peut en général les reconstituer et connaître la forme des plaques d'après le nombre des rayons qui convergent vers le centre de chacune d'elles.

Dans quelques cas, ces rayons, au lieu d'être simples comme dans

la forme que nous publions, ainsi que dans *Glyptocrinus* et autres genres, peuvent aussi se multiplier par suite de l'apparition de crêtes secondaires se formant parallèlement à chacun des rayons, comme on le voit dans *Parisocrinus radiatus* de Koninck, *Sphæroicrinus geometricus* Goldfuss. Ces nervures, parfois incomplètes, ne sont représentées dans quelques cas que par de petits tubercules disposés radialement. Dans beaucoup de cas, ce sont de simples ornements, analogues aux rugosités qui se trouvent à la surface des plaques calycinales de certains crinoïdes, et en particulier des *Hexacrinidæ*; mais on ne peut les considérer toutes ainsi, étant donné l'importance et la persistance de certaines d'entre elles; et surtout la relation qui existe entre leur direction et celle des nerfs.

En effet, parmi les crêtes auxquelles nous venons de faire allusion, quelques-unes sont beaucoup plus saillantes (*Glyptocrinus*, *Diamenocrinus*, etc.), ou parfois existent seules (*Reteocrinus*); elles partent des basales, se réunissent au centre de la première radiale, puis suivent la direction des radiales primaires et se bifurquent avec les radiales secondaires; leur mode de répartition concorde avec l'allure des canaux qui traversent les plaques basales, radiales et brachiales des Néocrinoïdes et dans lesquelles sont contenus les filets nerveux. Des canaux de ce genre ont été retrouvés, du reste, dans un certain nombre de Paléocrinoïdes; seulement chez ces derniers, dans la majorité des cas, au lieu d'être complètement fermés, ils existaient à l'état de sillons ouverts.

L'existence de ces sillons a été reconnue par MM. Wachsmuth et Springer, soit en étudiant la surface interne du test de certains Crinoïdes (*Glyptocrinus ramulosus*), soit d'après des moules internes où l'empreinte de ces sillons avait laissé de petites crêtes étroites, concordant exactement par leur disposition et leur direction aux crêtes externes des plaques. Souvent aussi, il ne devait exister ni canaux, ni sillons pour les nerfs, et ceux-ci devaient reposer immédiatement sur la surface ventrale des plaques: ce dernier état, comme l'a fait remarquer M. H. Carpenter, est l'indice d'un caractère embryonnaire, puisque tel est le cas dans les premiers stades du développement pentacrinoïde.

Dans les genres où les premières radiales se touchent, on comprend comment le filet nerveux circulaire qui existe à la hauteur de ce cycle, passe d'une pièce à l'autre; mais, dans les formes où il existe une grande interr radiale séparant les premières radiales, le système nerveux ne pouvant être ni absent, ni descendre dans les basales, a dû, ou traverser les premières interr radiales, ou être

placé dans un sillon interne, ou reposer simplement sur la surface ventrale de celles-ci. Tel devait être le cas pour les *Reteocrinidæ*, chez lesquels les espaces interradiaux sont très déprimés et composés de petites plaques irrégulières.

Nous pensons au contraire, avec MM. Wachsmuth et Springer, auxquels nous devons tant d'observations intéressantes sur ce sujet, que dans les *Glyptocrinus*, de même que dans les genres *Rhaphanocrinus*, *Archæocrinus*, ainsi que dans la forme que nous publions, les interradianes devaient être munies de sillons. Le développement phylogénique se trouverait encore sur ce point d'accord avec le développement ontogénique, puisque les formes à plaques interradianes petites, irrégulières, et reposant directement sur les basales, précèdent dans le temps celles dont les interradianes sont semblablement disposées, mais composées de plaques grandes et nettement définies.

La forme et le nombre des plaques interradianes, particulièrement du côté anal, ainsi que la place qu'elles occupent par rapport aux premières radiales, fournissent pour la classification des caractères d'autant plus importants qu'ils correspondent à des stades du développement ontogénique des Crinoïdes. On sait, en effet, que dans la larve d'*Antedon*, la plaque anale qui fait son apparition en même temps que les premières radiales, est placée sur le même rang que celles-ci. Ce caractère, qui n'existe qu'à l'état larvaire dans la Comatule, n'est aussi que transitoire chez les Néocrinoïdes, tandis qu'il est persistant chez certains Paléocrinoïdes, ayant terminé leur accroissement. Tel est le cas pour la famille des *Heracrinidæ*, chez laquelle une grande plaque anale unique est intercalée dans la rangée des premières radiales, et c'est sur ce fait que MM. Wachsmuth et Springer se sont basés pour séparer définitivement cette famille de celle des *Platycrinidæ*, avec laquelle elle était autrefois réunie.

Certaines formes paléozoïques ont une apparence larvaire encore plus primitive, par suite de la présence de nombreuses plaques interradianes, petites, irrégulières et disposées sans ordre défini, dont l'inférieure, généralement plus grande que les autres, repose directement sur les basales, séparant ainsi les premières radiales en constituant avec elles un cycle de 10 pièces. C'est le cas des genres *Reteocrinus*, *Canistrocrinus*, *Xenocrinus*, que les mêmes auteurs ont détachés du genre *Glyptocrinus* et de ses alliés, avec lesquels ils offrent une certaine ressemblance extérieure, pour les grouper en une famille distincte, celle des *Reteocrinidæ*; dans cette dernière famille, les espaces interradiaux et intradiaux sont, en outre, très

déprimés, caractère qui paraît être en relation avec la petitesse des plaques et leur disposition irrégulière; en effet, dans *Diamenocrinus*, comme dans *Glyptocrinus*, les espaces interradiaux, situés entre les premières radiales, étant composés de plaques grandes et régulières, ne s'abaissent pas au-dessous du niveau des radiales, tandis qu'en arrivant à la hauteur des secondes radiales, la dépression s'accroît d'autant plus que les plaques sont plus petites et plus irrégulières.

La disposition et la forme des plaques interradiales des *Reteocrinidæ* permettent de se rendre compte du mode de développement des diverses pièces du calice, ainsi que de l'ensemble de celui-ci.

D'après MM. Wachsmuth et Springer, les radiales consistaient tout d'abord en de petites pièces arrondies, dont les expansions aliformes ne se développaient que plus tard, au moment où ces plaques venaient faire partie intégrante du calice, par suite de l'apparition des interradiales supérieures et des interaxillaires. En effet, sur un spécimen de *Canistrocrinus* (1) (*Glyptocrinus*) *Richardsoni*, décrit par M. Wetherby, on constate que tout d'abord les radiales se comportaient comme de véritables bras: leurs séries supérieures étant libres, munies de pinnules implantés latéralement, et pourvues de véritables sillons ambulacraires. A mesure que le corps s'accroissait, ces pièces perdaient insensiblement leur caractère brachial, pour se transformer en de véritables radiales se soudant peu à peu au calice, par suite de l'apparition des plaques interradiales et interaxillaires qui absorbaient graduellement les pinnules, tandis que de nouvelles séries plus élevées remplaçaient les plaques transformées, et constituaient les bras définitifs.

Le mode de répartition irrégulier des interradiales que nous venons d'indiquer chez les *Reteocrinidæ* ne se retrouve pas chez les Néocrinoïdes, où l'on observe parfois, il est vrai, de nombreuses petites plaques irrégulières entre les rayons, mais celles-ci ne reposent jamais directement sur les basales, et ne commencent au contraire qu'au niveau des deuxièmes ou des troisièmes radiales.

De même aussi, la présence de plaques interradiales régulières est rare chez les Néocrinoïdes, mais lorsque celles-ci sont présentes, elles sont peu nombreuses et n'occupent jamais un large espace; de plus, sauf pendant le stade larvaire d'Antedon, elles ne séparent jamais les premières radiales, qui sont en contact les unes avec les autres sur toute leur hauteur; tout au plus trouve-t-on quelques rares formes (*Uintacrinus*, *Guettardicrinus*, *Apiocrinus*

(1) Wetherby. 1880. *Journ. Cinc. Soc. Hist. Nat.* Vol. II. Pl. 16. fig. 1. 1. a.

Roissyanus), dans lesquelles les interradianes descendent un peu par suite d'une légère troncature des angles supérieurs des premières radiales, mais elles ne rejoignent jamais les basales et sont toujours situées à la hauteur des deuxièmes et des troisièmes radiales. Dans un seul genre vivant, très remarquable d'ailleurs et tout à fait exceptionnel, *Thaumatoocrinus*, M. H. Carpenter (1) a montré qu'il existait, au-dessus du cycle des 5 basales, un second cycle de 10 pièces dont 5 représentent les radiales et 5 les interradianes; ces dernières restent uniques, sauf du côté azygal qui présente une autre anomalie, la plaque interradielle étant surmontée d'une série de 4 ou 5 plaques formant un appendice spécial libre à son extrémité. Cette particularité du côté anal qu'on ne retrouve chez aucun autre Néocrinoïde, — ceux-ci restant toujours régulièrement pentamères, contrairement aux Paléocrinoïdes dont la symétrie bilatérale est toujours plus ou moins apparente, — est représentée dans le genre *Rhaphanoocrinus* (*Rhodocrinidæ*), ainsi que dans tous les genres composant la famille des *Reteocrinidæ*, par la nervure qui divise longitudinalement l'interradius postérieur.

Cette crête est même si développée dans *Reteocrinus* (*Glyptocrinus stellaris*, que Billings avait cru y voir l'indice d'un sixième rayon portant un sixième bras (2). M. H. Carpenter a appelé l'attention sur ce caractère éminemment paléozoïque, puisqu'il est limité au Silurien et à quelques espèces du Dévonien inférieur, et qu'il disparaît pendant toute l'époque mésozoïque, pour réapparaître seulement avec une légère modification dans une Comatule de nos mers actuelles.

La position des premières interradianes par rapport aux basales et aux radiales ayant, ainsi que nous l'avons dit, une importance réelle dans le développement ontogénique et phylogénique des Crinoïdes, il était naturel de s'en servir pour la création de genres et le groupement de ceux-ci en familles : c'est ainsi que la présence de la première interradielle anale, située entre les deux premières interradianes postérieures et les séparant complètement, constitue une particularité commune à différentes divisions (*Actinoocrinidæ*, *Barrandeocrinidæ*, etc.), et c'est également sur elle que MM. Wachs-muth et Springer se sont appuyés pour séparer les *Hexacrinidæ* des *Platyocrinidæ*. A plus forte raison, l'intercalation de toutes les premières interradianes entre les premières radiales peut-elle être considérée à bon droit comme un autre caractère distinctif important; en

(1) H. Carpenter. 1883. On a new Crinoïde from the Southern Sea.

(2) Billings. 1859. *Canadian fossils*. Decade IV, p. 64. Pl. IX, fig. 4.

l'employant, M. Zittel (1) a pu nettement établir les limites de la famille des *Rhodocrinidæ* (Rømer), comprenant des genres à calice cupuliforme, surbaissé, dans lesquels les interradianes inférieures touchent les basales, et forment avec les premières radiales un cycle de dix plaques. A côté de cette famille, il créait en même temps celle des *Glyptocrinidæ*, pour des genres à calice conoïde dont les cinq radiales primaires se rejoignent toutes latéralement (*Glyptocrinus*), ou ne sont séparées que par la première interradiane anale (*Glyptaster*, *Lampteroocrinus*, *Eucrinus*).

Ce dernier groupement, bien qu'apportant évidemment une sensible amélioration dans la classification, prêtait toutefois à la critique, et MM. Wachsmuth et Springer et H. Carpenter ne tardèrent pas à montrer que *Glyptocrinus* et *Glyptaster* devaient, par suite de la place de leur première plaque interradiane anale, former deux groupes distincts; de plus, d'un commun accord, ils critiquèrent la place de *Thylacocrinus*, que Zittel réunissait à ses *Glyptocrinidæ*, et qui devait, au contraire, tant par sa formule basilaire que par l'aspect général de son calice, appartenir aux *Rhodocrinidæ*, ainsi que nous l'avions indiqué nous-mêmes dans la diagnose de ce genre (2).

MM. Wachsmuth et Springer (3) reprenant la classification de Zittel, réunirent d'abord les *Glyptocrinidæ* et les *Rhodocrinidæ* de cet auteur en une seule famille (*Rhodocrinidæ*), mais ils apportèrent une véritable amélioration en divisant celle-ci en trois groupes : *Glyptocrinites*, *Glyptasterites*, et *Rhodocrinites*; ces groupes étaient basés sur la place des cinq premières interradianes; sur la forme conoïde ou globuleuse du calice; sur la symétrie bilatérale ou régulièrement pentagonée de celui-ci; enfin, sur la présence ou l'absence de crêtes radiales.

Ces divers caractères furent étudiés à nouveau par M. H. Carpenter, qui (4), dans une remarquable étude sur ce groupe, admit plusieurs divisions dans la famille des *Rhodocrinidæ*, en prenant pour base la place des interradianes par rapport aux radiales et aux basales, et en faisant aussi intervenir, mais d'une façon secondaire, la présence ou l'absence de crêtes radiales. Par suite de cette double considération, il séparait les genres *Archæocrinus* et *Retocrinus*, de *Glyptocrinus*, près duquel MM. Wachsmuth et Springer

(1) Zittel. *Man. Paleontol.*, t. II, p. 379-382.

(2) OEhlert. 1879. *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. VII, p. 7, et *Ibid.* 1882. t. X, p. 35.

(3) Wachsmuth et Springer, 1881. *Rev. Palæocr.* II, p. 181-185.

(4) H. Carpenter, 1883. *On a new Crinoïde from the Southern Sea.*

les avaient placés, pour les rapprocher du genre *Rhodocrinus* dont ils se distinguent toutefois par l'existence de crêtes radiales.

En 1886, dans la troisième partie de leur révision des Paléocrinoïdes (1), MM. Wachsmuth et Springer ont apporté de nouvelles modifications dans la classification de ces genres; ils ont complètement démembré leur section de *Glyptocrinites* en adjoignant leur premier genre (*Glyptocrinus*) aux *Melocrinidæ*; le second (*Glyptaster*) aux *Rhodocrinidæ*; tandis que le troisième (*Reteocrinus*) forme avec deux nouveaux genres, *Canistrocrinus* et *Xenocrinus*, la famille des *Reteocrinidæ*. Les *Glyptasteridæ* ne subissent aucun autre changement que d'être élevés au rang de famille, de même que les *Rhodocrinidæ* auxquels vient seulement s'ajouter le genre *Archæocrinus*.

On voit que, grâce aux savants travaux que nous venons de citer, le groupement de ces formes s'est fait d'une façon de plus en plus rationnelle et que la dernière classification est très satisfaisante. Toutefois, nous pensons que l'on pourrait tenir compte, ainsi que l'a déjà fait Carpenter, de la présence de crêtes radiales, et admettre une sous-famille, celles des *Archæocrinæ*, comprenant *Archæocrinus*, *Rhaphanocrinus* et *Diamenocrinus*, caractérisée par la présence de ces crêtes et la forme conoïde du calice; et une seconde division, *Rhodocrininæ*, pour les autres genres à calice cupuliforme et surbaissé, constitué par des plaques lisses ou régulièrement bombées. De même aussi, pourrait-on se servir de ces caractères pour séparer dans les *Melocrinites* de MM. Wachsmuth et Springer les genres *Glyptocrinus* et *Mariocrinus*, des genres *Melocrinus*, *Technocrinus*, *Dolacocrinus* et *Stenocrinus*. Ces divisions sembleraient d'autant plus naturelles qu'elles concordent avec la distribution de ces genres dans le temps: les premiers, c'est-à-dire ceux qui sont pourvus de crêtes radiales, appartenant exclusivement au Silurien, tandis que les seconds apparaissent dans le Silurien supérieur pour se perpétuer jusqu'au Carbonifère inclusivement.

Les bras de *Diamenocrinus*, lorsqu'ils sont devenus libres, sont très dichotomes; ils se divisent à des intervalles assez réguliers et les deux branches produites à chaque nouvelle bifurcation sont presque de même taille. La ramification des bras ne se trouve que chez un petit nombre de genres parmi les *Camarata* (*Glyptocrinus*, *Reteocrinus*, *Rhodocrinus*, *Archæocrinus*, etc.). Une nouvelle preuve du caractère d'ancienneté de la forme dévonienne de Cherbourg, — qui n'est qu'un représentant attardé des types primordiaux, — nous

(1) Wachsmuth et Springer. *Loc. cit.* III, p. 91-92.

est aussi fournie par la disposition des articles brachiaux, simples et à bords parallèles. MM. Wachsmuth et Springer ont en effet démontré que les *Camarata* à bras unisériaux sont exclusivement siluriens et que ce caractère disparaît définitivement avec le Dévonien. D'ailleurs, cette forme simple du bras est toujours celle qui se manifeste la première dans un groupe ; ainsi, dans la famille des *Cyathocrinidæ* appartenant à un autre sous-ordre (*Inadunata*), on observe une évolution analogue : les genres apparus les premiers présentent la structure unisériale, — disposition qui persiste d'une façon permanente jusqu'au Carbonifère inférieur, — et celle-ci est remplacée graduellement par des pièces de plus en plus cunéiformes qui s'entrecroisent bientôt alternativement pour produire la structure bisériale.

Ce développement paléontologique est d'ailleurs identique au développement individuel car, dans une même espèce, les bras peuvent être munis de joints simples et rectangulaires près de leur point de départ, c'est-à-dire sur la partie la plus anciennement formée, tandis que ces articles, vers les extrémités brachiales, deviennent progressivement anguleux du côté interne, et finissent par s'entrecroiser en formant un double rang. Ces modifications résultent du mode de développement des articles brachiaux. En effet, lorsque ceux-ci présentent le caractère de primordialité que nous venons de signaler, c'est-à-dire lorsqu'ils sont unisériaux et à bords parallèles, ils occupent alors toute la largeur du bras et sont placés régulièrement les uns sur les autres ; plus tard, lorsque les bras se développent et s'accroissent en largeur, les articles s'écartent alternativement à droite et à gauche, laissant leurs extrémités seules en contact, en même temps qu'ils deviennent cunéiformes par suite d'un accroissement inégal dans leur hauteur. Comme conséquence, les articles qui étaient directement superposés les uns aux autres, finissent par ne plus se toucher que partiellement, tandis qu'il sont en contact immédiat avec l'avant-dernier article d'autrefois : par cela même, de chaque côté, les pinnules des bras unisériaux sont implantés de deux en deux articles, tandis qu'ils sont à chaque article chez ceux qui sont bisériaux ; par suite, sur une même longueur, ils sont beaucoup moins nombreux dans le premier cas que dans le second, ce qui semble correspondre à un moindre perfectionnement.

Diamenocrinus Jouani est caractérisé par une tige nettement pentagulaire près du calice, mais dont les articles perdent graduellement cette forme et deviennent subarrondis en se rapprochant de l'extrémité inférieure ; celle-ci, par suite d'une rupture qui

paraît s'être faite à l'état jeune, devenait libre et s'enroulait sur elle-même en un ou deux tours de spire, pouvant sans doute enlacer un objet quelconque et s'y amarrer. Ce mode d'enroulement terminal se retrouve chez quelques Néocrinoïdes vivants et chez une certaine espèce de l'époque secondaire; il n'est pas très rare chez les Paléocrinoïdes.

Nous rappellerons à cet égard que Goldfuss a figuré (1), sous le nom de *Cyathocrinus pinnatus*, des tiges spiralées provenant de la grauwacke dévonienne du Rhin, et que Portlock (2) a décrit comme cirrhe un échantillon du Silurien de Tyrone qui ne peut être qu'une tige enroulée sur elle-même; dans l'ouvrage de Rømer (3) sur le dévonien du Harz, on trouve aussi représentées des tiges arquées sous les noms de *Rhodocrinites tortuosus* et *Actinocrinites tenuistriatus*. Du reste, des fragments de tiges recourbés, et dont les articles sont cunéiformes, se rencontrent assez souvent dans le Dévonien inférieur, particulièrement dans les gisements d'Espagne, de l'Ouest de la France, de l'Eifel, ainsi que dans le terrain carbonifère. De même aussi parmi les tiges de crinoïdes du Jurassique, nous pouvons citer, d'après M. de Loriol (4), un certain nombre d'espèces chez lesquelles on retrouve cette même particularité. ex : *Pentacrinus bajocensis*, *P. feuguerollensis*, *P. amblyscalaris*, etc. Nous ferons remarquer que, dans tous ces cas, les articles sont cunéiformes, et que par suite, la station courbe ou enroulée de la tige se produisait avant l'accroissement complet des articles; de plus, lorsque celle-ci venait à se redresser momentanément, elle reprenait ensuite sa position première, en s'arquant ou s'enroulant dans la même direction; en cela nous différons de l'opinion émise par M. Foerste qui, dans une note sur la mobilité dans les tiges d'encrines (5), identifie leur mouvements à ceux qui se produisent « dans le corps des serpents et le cou des cygnes ». Nous admettons avec lui que la tige est flexible, mais nous pensons que cette mobilité devait être restreinte et limitée à certains mouvements.

Quant aux fragments découverts par M. Hall, auxquels il a donné le nom de *Myelodactylus* (6), et qu'il considère comme des bras, leur rôle ne paraît pas encore bien établi. L'opinion du savant paléontologiste américain est basée sur la présence d'appendices latéraux.

(1) Goldfuss. Petref. Germ. Pl. 58, fig. 7, p. q. r.

(2) Portlock. 1843. Geol. Londondery, p. 346. Pl. XV, fig. 3.

(3) Rømer. 1843. Verstein. Harz., p. 8 et 9. Pl. III, fig. 42 et 16.

(4) De Loriol. Pal. Franc. Crin. passim.

(5) Foerste. 1884. *American Geologist*. Vol. XVIII, p. 57.

(6) Hall. 1852. Pal. of. N. Y. Vol. 2, p. 191. Pl. 44. fig. 4a 4b.

comparables aux pinnules de *Thysanocrinus* et sur l'existence d'un sillon situé du côté interne de l'enroulement et regardé par lui comme un sillon ambulacraire.

D'autre part Salter (1) a découvert dans le Silurien supérieur de Dudley un Crinoïde complet qu'il a décrit et figuré sous le nom d'*Herpetocrinus Fletcheri*.

La tige, après avoir décrit deux tours en spirale, se redresse brusquement ensuite pour supporter le calice qui est très petit; cette tige porte un sillon du côté interne de la spire et est pourvue de branches latérales très rapprochées, surtout dans la partie inférieure, de telle sorte, dit Salter, qu'elle ressemble plus à un bras de Crinoïde qu'à une véritable tige. Les caractères qu'elle possède en commun avec les fragments publiés sous le nom de *Myelodactylus*, ont amené Salter à réunir ces derniers à son genre *Herpetocrinus*. Depuis, Angelin a donné du genre *Myelodactylus*, une diagnose complète (2) basée sur la connaissance de quelques calices dont l'un, *Myelodactylus gracilis*, serait muni d'une tige spirale?

Nous ferons d'abord observer que les espèces qui ont été réunies sous ce nom par Angelin possèdent des caractères assez différents pour devoir être réparties dans des genres distincts; ensuite, qu'il n'est nullement prouvé qu'aucune des formes du Silurien de Suède se rapporte au genre de Hall, qui, d'ailleurs, est toujours très problématique, puisque les fragments d'après lesquels il est établi, sont pour les uns des bras, hypothèse à laquelle se sont rattachés MM. Wachsmuth et Springer, et pour les autres des tronçons de la colonne. Dans tous les cas, les tiges enroulées, analogues à celles d'*Herpetocrinus Fletcheri*, de *Myelodactylus gracilis* et de *Diamenocrinus*, ne se rencontrent qu'assez rarement chez les Paléocrinoïdes.

Outre sa disposition spirale, la tige de *Diamenocrinus* présente une autre particularité déjà maintes fois signalée, et qui prouve combien il serait peu prudent de risquer une détermination définitive d'après de simples fragments.

En effet, la forme de cette dernière varie d'une extrémité à l'autre, étant franchement pentagonale près du calice et s'arrondissant graduellement en s'éloignant de celui-ci. Cette modification dans la forme de la tige, suivant la place à laquelle on l'observe, a été constatée chez quelques Paléocrinoïdes; on la retrouve dans les Crinoïdes secondaires: nous citerons en particulier un certain nombre de *Millericrinus* (*M. Orbignyi*, *M. angulatus*, *M. inæqualis*, *M. gracilis*, *M. simplex*, etc.) figurés par M. de Loriol (Paléont.

(1) Salter 1873. Catal. of Coll. Camb. and silur. fos., p. 118.

(2) Angelin. 1878. Icon. Crin. p. 11. Pl. X, fig. 24-28.

Franç. Crinoïd. Jurass.), chez lesquels la tige, pentagonale au sommet, avec des angles très saillants, devient tout à fait cylindrique en s'éloignant du calice. La disposition pentagonale, qui est si nettement accusée à la partie supérieure, se retrouve chez quelques Néocrinoïdes, ainsi que chez les Paléocrinoïdes; toutefois, chez ces derniers, cette forme paraît être beaucoup plus rare que la forme ronde. Il n'y a que 22 genres paléozoïques chez lesquels ce caractère se trouve plus ou moins indiqué, tandis que 129 ont une tige à section arrondie. Les Crinoïdes à section étoilée sont représentés dans le Silurien par 10 genres; ils disparaissent presque dans le Dévonien où l'on ne rencontre plus que 2 genres seulement, pour réapparaître dans le Carbonifère (9 genres) et le Muschelkalk.

Les familles chez lesquelles cette disposition se rencontre le plus fréquemment sont les *Cyathocrinidæ*, les *Poteriocrinidæ*, les *Heterocrinidæ*, les *Reteocrinidæ* et les *Belemnocrinidæ*.

D'après la forme de la tige, son mode de division et son orientation par rapport aux diverses plaques du calice, MM. Wachsmuth et Springer ont pu établir une loi qui permet de conclure à la présence ou l'absence de sous-basales. On sait que l'existence d'un cycle de pièces au-dessous des basales constitue un caractère important pour la classification des Crinoïdes :

Le calice est dit *dicyclique* quand ces pièces sont présentes, et *monocyclique* lorsqu'elles manquent.

Ces pièces sous-basales étant presque toujours très petites et parfois entièrement cachées par la tige, il est dans quelques cas très difficile de s'assurer de leur existence, si ce n'est à l'aide des caractères fournis par la tige. En effet, lorsque la tige est pentangu-

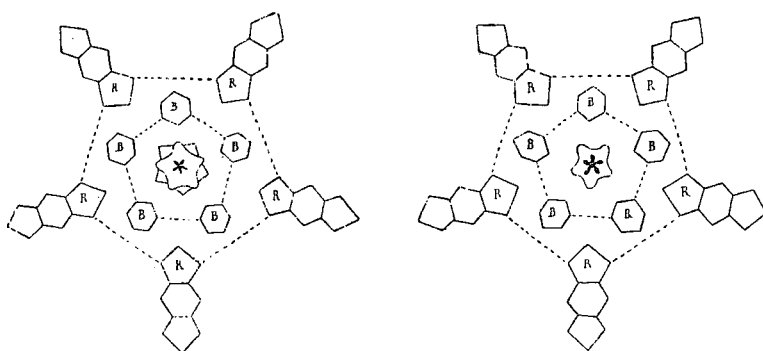


Fig. 3. (1)

(1) Ces figures étant schématiques et ne reproduisant aucun genre en particulier, nous avons toujours indiqué trois radiales, afin de bien préciser la direction des cinq rayons radiaux. De même aussi la forme des basales et des sous-basales est schématique.

laire et que ses angles sont dirigés interradialement, on est en droit de conclure à la présence des sous-basales, tandis que si ses angles sont radiaux, il est certain que ces plaques n'existent pas. De même aussi, lorsque la colonne est ronde, mais pentapartite; on peut également arriver à une déduction semblable : si les sutures longitudinales, ainsi que la radiation du canal axial, sont radiales, et

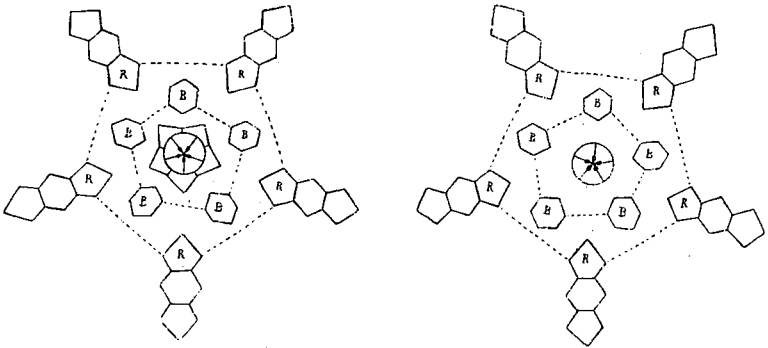


Fig. 4.

par conséquent si les secteurs sont interradiaux, il existe des sous-basales; mais si les sutures longitudinales et les radiations axiales sont interradiales, il n'y a pas de sous-basales.

L'implantation des cirrhes ayant toujours lieu dans les angles rentrants de la tige lorsque celle-ci a une section étoilée, ou sur les faces planes de celle-ci lorsqu'elle est pentagone, — c'est-à-dire les

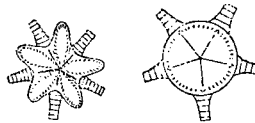


Fig. 5.

cirrhes étant toujours situés dans le plan des sutures longitudinales, — il est également facile en comparant leur orientation avec celle des basales et des radiales, de savoir s'il existe ou non un cycle de sous-basales. Si les cirrhes sont radiaux, ces dernières sont présentes; sinon, elles manquent.

Cette loi est la conséquence d'une autre loi qui préside à la disposition basilaire des pièces des Crinoïdes; en effet, on peut dire d'une façon générale qu'à partir des premières radiales, en descendant vers la tige, chaque cycle de plaques alterne avec celui qui le précède et celui qui le suit : les radiales alternent toujours avec les basales, celles-ci avec les sous-basales lorsqu'elles existent, en

même temps que ces dernières alternent elles-mêmes avec les angles de la tige (1). On peut donc dire que tout se passe comme s'il se faisait à chaque nouveau cycle un mouvement de rotation de 36° , ramenant au bout de deux révolutions les pièces dans les mêmes rapports; de sorte que la relation entre les radiales, par exemple, et les angles de la tige se trouveront modifiés nécessairement suivant que le nombre des cycles sera pair ou impair, c'est-à-dire suivant que la base sera dicyclique ou monocyclique; dans ce dernier cas, c'est le premier cycle, celui des sous-basales, qui disparaît.

Cette loi, dont l'application nous a permis de signaler dans *Diamenocrinus* l'existence de sous-basales presque complètement cachées par la tige, semblait tout d'abord avoir de nombreuses exceptions parmi les Paléocrinoïdes, et encore plus parmi les Néocrinides, mais actuellement on peut la considérer comme générale.

En effet, la découverte de sous-basales qui, chez certaines espèces d'*Heterocrinus* et de *Glyptocrinus*, n'avaient pas été reconnues par suite de leur petitesse, est venue d'abord montrer que chez les Paléocrinoïdes, il n'existe aucune exception à cette règle. Les Néocrinoïdes semblaient donc seuls échapper à cette loi qui paraissait ne pouvoir leur être appliquée. Toutefois, MM. Wachsmuth et Springer crurent quand même pouvoir affirmer qu'ils devaient être construits sur le même plan, et qu'il était préférable, au lieu de voir chez eux une exception, de penser au contraire que les sous-basales étaient ou rudimentaires ou qu'elles avaient existé temporairement à l'état larvaire.

Cette opinion, qui n'était alors qu'une simple hypothèse, fut tout d'abord confirmée par la découverte de M. de Loriol, qui signala le premier l'existence de sous-basales dans le genre *Millericrinus*. Quant aux genres *Guettardicrinus* et *Rhizocrinus*, bâtis sur le plan des Crinoïdes dicycliques, mais ne paraissant pas posséder le premier cycle, MM. Wachsmuth et Springer expliquèrent cette anomalie apparente en admettant que ces pièces avaient existé et qu'elles avaient disparu par résorption, ainsi que semble le prouver la petitesse du canal axial par rapport à la cavité située à la base du calice, laquelle est très grande, pentangulaire, et a ses angles dirigés radialement comme dans les Crinoïdes dicycliques.

(1) Il en est de même chez les Echinodermes réguliers, chez lesquels les plaques ocellaires qui correspondent aux radiales alternent avec les plaques génitales qui représentent les basales. Cette homologie est nettement établie depuis les travaux de W. Thompson, Lovén, Carpenter, Wachsmuth, etc.

Enfin, ils affirmaient, d'après la position interr radiale de la centro-dorsale des Comatules, que cette forme devait posséder des sous-basales à l'état larvaire, et qu'elle rentrerait dans la loi qui régit les Crinoïdes dicycliques. Depuis cette époque, M. H. Bury a, en effet, établi (1) que la larve ciliée d'*Antedon rosacea* possédait des sous-basales, et que si ces pièces n'ont pas été plus tôt signalées c'est qu'elles n'ont qu'une existence temporaire; en effet, elles se soudent rapidement avec le dernier article de la tige (centro-dorsal) et elles ont disparu entièrement lorsque les cirrhes apparaissent. Cette découverte importante est venue donner une éclatante confirmation à la loi formulée par MM. Wachsmuth et Springer.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE XVIII.

- Fig. 1. — *Ctenocrinus* sp. moule interne du calice montrant à droite le côté postérieur. Gr. nat. (Musée de Cherbourg).
 Fig. 1^a. — le même vu de l'autre côté.
 Fig. 1^b. — le même vu du côté de la voûte.
 Fig. 2. — *Diamenocrinus Jouani* OEhl. Gr. nat. (Musée de Cherbourg).
 Fig. 2^a. — — — Calice, avec une partie de la tige, du même individu; un peu grossi.
 Fig. 3. — — — Calice d'un autre individu.
 Fig. 4. — — — Partie inférieure d'une tige montrant l'enroulement de la partie terminale.
-

(1) Bury, 1887. Manchester meeting of the British Association.

REMARQUES SUR LES GITES DE PHOSPHATE DE CHAUX DE LA PICARDIE.

- I. Origine des gites en amas enclavés à la base de la Craie à Bélemnites et enrichissement des parties des gites attaquées par le bief.
- II. Alignement par trainées et extension des gites depuis la Champagne jusqu'en Angleterre.

par M. N. DE MERCEY (1).

(Pl. XIX).

Les dernières remarques que j'ai présentées au sujet des phosphates de la Picardie, lors d'une excursion de la Société géologique du Nord aux exploitations d'Orville, le 12 mai 1889 (2), avaient trait à l'origine de ces dépôts.

En répondant brièvement à une question posée par M. Barrois, je m'étais fondé sur des coupes que j'avais relevées dans les nouvelles exploitations, et j'établissais ces deux faits :

1° Que la Craie phosphatée formait des amas lenticulaires avec veines ou lits de phosphate enrichi lors de la formation de l'amas à la base de la Craie à Bélemnites ;

2° Que le phosphate enrichi, qui remplit les puits ou grandes cavités coniques à parois de craie phosphatée, en général, se présentait comme le résultat de l'enrichissement de la craie phosphatée sous l'influence du bief.

La première indication venait confirmer une partie des vues que j'avais formulées relativement à l'origine interne de la craie phosphatée.

La seconde fournissait l'explication de l'origine du phosphate enrichi des cavités coniques ou poches, produit dû à l'attaque de la craie phosphatée lors de la formation du bief, et non à des actions météoriques telles que celles invoquées par la plupart des observateurs.

D'autres explications que les miennes, spécialement en ce qui

(1) Communication faite dans la séance du 22 juin 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 7 juillet 1891.

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVI, p. 241, 1889.

concerne l'origine de la craie phosphatée, ont été fournies depuis par M. Lasne, dans une note *Sur les terrains phosphatés des environs de Doullens* (1), où les deux données que je viens de rappeler n'ont pas été mentionnées ou discutées comme quelques-unes de mes précédentes indications.

La note de M. Lasne a été l'objet d'un *examen critique* de la part de MM. Gosselet et Cayeux (2), auquel l'auteur a répondu (3).

Des indications sur les phosphates de cette partie de la craie ont été aussi données par M. Cayeux dans une note *Sur le Crétacé des environs de Péronne* (4).

J'ai, moi-même, depuis le printemps de 1889, continué à effectuer le relevé et l'étude géologique des gîtes, en ayant, pour quelques-uns d'entre eux, à diriger des opérations étendues de reconnaissance ou de mise en exploitation; j'ai eu ainsi à ma disposition des moyens de contrôle multiples; enfin, j'ai été amené à adjoindre aux deux données indiquées précédemment une dernière donnée qui consiste dans l'alignement des gîtes par traînées.

Les remarques que je vais présenter sommairement auront donc pour but d'indiquer les véritables relations géologiques de ces gîtes de phosphate, ainsi que les principes qui doivent guider dans leur recherche au point de vue technique.

Ces relations, comme ces principes, pourront se résumer dans cette formule unique : *les gîtes de phosphate, formés en amas enclavés et alignés par traînées à la base de la craie à Bélemnites, ont, ensuite, été enrichis dans les parties atteintes et attaquées par le bief.*

I

ORIGINE DES GITES EN AMAS ENCLAVÉS A LA BASE DE LA CRAIE A BÉLEMNITES. — Ces gîtes sont essentiellement formés par la *craie phosphatée*. Pour arriver à expliquer l'origine de ce dépôt, je me servirai des caractères qu'il présente au point de vue de sa forme, de sa structure et de sa composition.

Forme. — J'ai déjà signalé la forme de ce dépôt en amas lenticulaires; je l'ai retrouvée dans tous les gîtes successivement reconnus. Quelle que soit l'importance de ces gîtes, qu'ils cubent seulement quelques milliers de mètres, ou bien des centaines de mille mètres,

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVIII, p. 441, 1890.

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVIII, p. 156, 1890.

(3) *Ibid.*, t. XIX, p. 52, 1891.

(4) *Ibid.*, t. XVII, p. 227, 1890.

et même plus d'un million de mètres cubes, leur forme se résout d'une façon générale en amas lenticulaires.

La plus grande longueur de ces lentilles ne dépasse que rarement un kilomètre et leur largeur n'est alors que de deux ou trois cents mètres. Quant à leur puissance, elle croît d'une façon habituellement régulière, des bords où elle commence à 0, jusqu'aux parties centrales où elle dépasse quelquefois plus de 20 mètres.

La dénivellation entre les bords et les parties centrales peut même notablement dépasser le dernier chiffre, par suite de circonstances dues à l'allure des strates de la roche encaissante ou de dislocations ayant pu se produire postérieurement à la formation de l'amas.

On peut aussi constater ordinairement un aplatissement de la lentille dont la surface supérieure est alors, dans son ensemble, déprimée et devenue très sensiblement concave.

Cet effet peut être attribué à la surcharge supportée par la lentille de craie phosphatée, au fur et à mesure de la sédimentation des bancs de craie blanche à silex qui sont venus recouvrir l'amas lenticulaire reposant lui-même sur un fond très résistant.

En effet, le fond des cuvettes remplies par les amas est formé par la craie à *Micraster cor-anguinum*, ayant subi, comme roche encaissante, une corrosion dont je parlerai plus loin et un durcissement spécial.

Cedurcissement de la craie à *Micraster cor-anguinum* se manifeste avec d'autant plus d'évidence que cette roche est, dans son état normal, blanche, très tendre et sans silex, tandis qu'à partir d'environ un mètre du contact des amas, elle se durcit progressivement, de façon à atteindre, vers le contact, une extrême dureté que le pic des ouvriers réussit difficilement à vaincre. Ce durcissement est dû, comme je l'ai indiqué, à une imprégnation de phosphate. La roche ainsi durcie, tubulée et vermiculée, est souvent recouverte d'une couche mince et mamelonnée, à surface d'un brun nacré, et composée de phosphate de chaux presque chimiquement pur ; l'analyse d'un échantillon recueilli à Beauval donne ainsi 81,30 % de phosphate de chaux.

Cette mince zone de phosphate pur présente une grande analogie de position avec la zone de calamine pure qui, dans certains gîtes calaminaires, tel que celui de Moresnet, décrit par M. de Lapparent, d'après Fuchs (1), occupe le fond de l'amas au contact de la roche encaissante.

(1) De Lapparent, Tr. de géol., 2^e édit., p. 1384, 1885.

Une nouvelle analogie avec les gîtes calaminaires se rencontre dans la constitution des nodules à noyau semblable à celui de la roche encaissante, qui se présentent dans la couche sableuse et riche avec laquelle commencent souvent les amas. En effet, on peut remarquer, ainsi que Cornet en a fait l'observation (1), que ces nodules sont à noyau de craie blanche (craie à *Micraster cor-anguinum*), et que leur phosphatisation ne s'est produite qu'après leur remaniement dans les eaux qui ont déposé la craie phosphatée. Ces nodules sont, par leur position, les analogues des blocs de calcaire carbonifère disséminés dans l'amas calaminaire à sa rencontre avec cette roche encaissante.

Si l'on continue à suivre cet ordre de considérations, on peut voir que la corrosion de la craie à *Micraster cor-anguinum*, dépendant de l'allure des strates de cette roche encaissante, et dépassant, comme je l'ai dit plus haut, 20 mètres dans les parties centrales des amas, rappelle la corrosion des calcaires encaissants dans les gîtes calaminaires.

Enfin, on doit penser que la venue des matières phosphatées s'est effectuée, à travers les couches sous-jacentes aux amas, d'après les lois constatées dans l'étude des gîtes minéraux et des sources thermominérales (2). Les diverses roches ainsi traversées ont dû déterminer, par leur nature, la direction et le degré d'ouverture des fentes par lesquelles ont circulé les eaux amenant le phosphate. L'amplitude de ce degré d'ouverture des fentes a pu être très faible, puisque la largeur d'un filon, avant son épanouissement dans un gîte calaminaire d'une largeur de 150 mètres, peut ne pas dépasser 0^m,25.

La disposition générale des griffons vers le croisement de deux systèmes de fentes ou diaclases, ainsi que les désigne M. Daubrée, présente une grande analogie avec celle reconnue dans les gîtes du Laurium par M. Potier (3).

De vives lumières sur le mode d'introduction des éléments phosphatés dans la craie à Bélemnites de Picardie, peuvent être fournies par la comparaison avec des dépôts fort analogues et en partie contemporains, c'est-à-dire avec les dépôts dolomitiques ou les *craies magnésiennes* de la région.

En effet, les relations stratigraphiques que j'avais indiquées pour ces craies magnésiennes, comme se présentant vers le contact des

(1) F. L. Cornet, *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XIV, mémoires, 1887.

(2) De Lapparent, *Tr. de géol.* 2^e édit., p. 1385, 1885.

(3) M. Daubrée. *Les eaux souterraines aux époques anciennes*, p. 105, 1887.

craies à *Micraster cor-anguinum* et à Bélemnites (1), ont été confirmées par les observations de M. Barrois, ainsi que par celles de M. Cayeux. L'origine interne que je leur avais attribuée, a été non seulement admise par M. Barrois, mais encore exposée par mon savant confrère dans des termes bien faits pour convaincre (2).

M. Barrois a décrit la disposition lenticulaire des dépôts dolomitiques, dus dans l'Aisne et les Ardennes à des précipitations chimiques produites indépendamment les unes des autres, avec des activités variables et à des niveaux différents de la craie. Il en a exposé les divers caractères, en indiquant les teneurs en carbonate de magnésie depuis 0,41 % jusqu'à 34,73 %, c'est-à-dire jusqu'à plus du tiers du poids total. Il a aussi fait un rapprochement entre ce dernier résultat, qui s'applique au sable magnésien de la zone à *Micraster cor-anguinum* de Caumont (Aisne), et l'analyse du sable dolomitique du Calcaire grossier inférieur de Pont-Sainte-Maxence, dosant 34,60 % de carbonate de magnésie, et il a rappelé que les couches dolomitiques se retrouvent successivement dans la Craie à *Micraster cor-anguinum*, les Sables de Cuise et le Calcaire grossier.

Les sables et les nodules dolomitiques ou *buquants* de la Craie et les sables et nodules dolomitiques ou *têtes de chat* des couches tertiaires ont donc une origine analogue et ils présentent des récurrences en des points particuliers.

Cette origine des sables magnésiens doit être rapportée à des sources venues de l'intérieur de la terre. *Ce sont* (comme conclut M. Barrois) *des phénomènes d'un ordre général dépendant de l'évolution interne du globe terrestre.*

M. Barrois n'a pu rencontrer les cheminées qui ont amené les eaux chargées de sels magnésiens, telles que celles que j'avais indiquées moi-même à Bimont (Oise).

Mais, au nombre des faits bien établis dans le travail de M. Barrois, se trouve l'indication de la présence simultanée du phosphate de chaux et du carbonate de magnésie dans les nodules et les sables magnésiens. C'est ainsi que, d'après les deux analyses dont j'ai parlé plus haut et qui se rapportent aux nodules magnésiens de la craie de Bannogne (Ardennes) et aux sables de Caumont (Aisne), on constate la présence simultanée, dans les premiers, de 0,45 % de phosphate de chaux et de 0,41 % de carbonate de magnésie, et celle de 0,28 % de phosphate de chaux et de 34,73 % de carbonate de magnésie dans les seconds.

(1) *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XX, p. 633, 1863.

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, p. 447 et suiv., 1878.

Cette indication de M. Barrois donne l'explication des résultats presque négatifs en ce qui concerne le carbonate de magnésie obtenus par Delanoüe, et rapportés par Buteux au sujet de certaines craies dures. On peut trouver dans cette substitution du phosphate de chaux au carbonate de magnésie l'explication des caractères présentés par ces craies dures, mais peu magnésiennes. Ce fait a été confirmé par les indications de M. Cayeux, relativement à la craie jaune des environs de Péronne (1), région où il a indiqué une récurrence des niveaux de craie jaune et de craie phosphatée proprement dite (2), ou les alternats que cette dernière roche peut offrir dans l'épaisseur de plus de 20 mètres, qu'elle est susceptible de présenter à la base de la craie à Bélemnites, comme je l'ai dit plus haut.

Dans la craie phosphatée et surtout dans les lits noduleux de la base, le carbonate de magnésie se présente toujours dans des proportions plus fortes que dans la craie ordinaire, où il atteint au plus 0,33 %.

Mais, dans les craies ordinaires, telles que celles dont M. Pagnoul a donné l'analyse, le carbonate de magnésie et le phosphate de chaux se présentent à l'état de diffusion. Leur proportion se trouve réduite à des traces ou bien comprise entre 0,01 à 0,06 % pour le carbonate de magnésie, et 0,02 à 0,09 % pour le phosphate de chaux.

Lorsque ces proportions se trouvent dépassées, elles le sont d'une façon prononcée, comme on vient de le voir, et alors le carbonate de magnésie et le phosphate de chaux se présentent dans des proportions qui résultent d'une condensation sur des points particuliers dans des dépôts affectant en général une forme lenticulaire.

Dans les assises plus profondes de la craie, le carbonate de magnésie et le phosphate de chaux se présentent quelquefois aussi condensés sur des points particuliers. Tels sont les accidents magnésiens que j'ai indiqués dans la craie à *Micraster cor-testudinarium* de la vallée de la Noye (3) ou les lits phosphatés dans la vallée de la Somme (4).

Les couches noduleuses ou grenues de la base de cette assise et la zone glauconieuse à *Micraster breviporus*, où le phosphate de chaux se montre dans le Nord et dans le Cambrésis en proportion

(1) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVIII, p.

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, XVII, p. 238, 1890.

(3) *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XX, p. 634, 1863.

(4) *B. Soc. Linn., N. de la Fr.*, t. I, p. 21, 1872.

assez forte pour motiver son exploitation, présentent souvent une proportion de carbonate de magnésie supérieure à la normale.

Cette coexistence des deux substances peut être constatée dans les assises les plus anciennes du terrain crétacé de la région, où le phosphate de chaux se présente à plusieurs niveaux et dans des couches où les dépôts n'affectent plus une forme lenticulaire, mais celle de lits ondulés minces et étendus dénotant des phénomènes de condensation moins localisés et, en général, par cela même moins intenses. C'est ainsi que les nodules ou *coquins* de la gaize de l'Argonne, dont M. Barrois donne une analyse (1) et qui présentent la teneur exceptionnelle de 57,98 % de phosphate de chaux, contiennent de 0,82 % de carbonate de magnésie.

Des causes analogues ont donc amené la condensation du carbonate de magnésie ou du phosphate de chaux dans les assises de la craie. L'association constante des deux substances sur les points de condensation dénote une communauté d'origine ; il en est de même de la forme lenticulaire commune aux deux dépôts et qui constitue un des caractères des amas de craie phosphatée.

Structure et composition. — L'influence des causes internes qui ont ainsi agi lors du remplissage des amas de craie phosphatée se trouve encore manifestée par leurs caractères de structure et de composition.

Très minces et pauvres sur le bord des lentilles, où ils ne contiennent que quelques centièmes de phosphate de chaux, ces dépôts se montrent bientôt stratifiés en bancs distincts et d'épaisseur variable ; en même temps ils augmentent de richesse et de puissance jusque dans les parties centrales.

Les couches sont alors, en général, riches vers le fond de l'amas ; elles présentent des alternats ; mais sont toujours plus pauvres vers la surface de l'amas.

L'acide phosphorique contenu dans un amas se trouve condensé dans un espace très restreint au nombre souvent de plusieurs centaines de mille tonnes à l'état de phosphate de chaux en petits grains bruns englobés dans une pâte de craie blanche très pure et d'une texture excessivement fine. Les grains de phosphate forment 20 à 35 % et exceptionnellement plus de 45 % de la masse.

La proportion descend dans quelques bancs à quelques centièmes seulement.

Des essais par lévigation ont donné, en ce qui concerne, les dimensions des grains : 15 % de grains au-dessus de 0^{mm},5, 25 %

(1) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. V, p. 310, 1878.

de 0^{mm},5 à 0^{mm},2, 60 % au-dessous de 0^{mm},2 ; la plus grande partie des grains est donc inférieure à deux dixièmes de millimètre.

Leur forme en globules ou sphérules ou en bâtonnets figurés par M. Olry (1), d'après l'étude faite par M. Termier, les rapproche des sphérolites et des microlites. Leur texture, en partie cristalline, reconnue par M. S. Meunier, est bien indiquée dans les descriptions de M. Termier, la croix noire se présente avec ou sans zones concentriques de matière amorphe. Les sphérules et les bâtonnets sont simples ou complexes ; ils se montrent isolés, soudés ou cou-dés, depuis des dimensions variant d'un centième de millimètre à 2 ou 3 millimètres.

Il semble donc que les grains de phosphate se présentent dans cet état globulaire qui, d'après MM. Fouqué et Michel Lévy, est le résultat de la lutte entre l'état amorphe et l'état cristallin.

La pâte de craie, complètement dépourvue de phosphate, dans laquelle se trouvent englobés ces sphérolites et ces microlites, paraît avoir joué le rôle d'agent de résistance à la cristallisation des globules phosphatés, elle paraît être essentiellement le résultat d'une précipitation chimique effectuée en même temps que celle des globules.

En effet, ces deux sortes d'éléments n'ont pu se trouver en suspension dans l'eau à l'état où ils constituent la craie phosphatée. On peut s'en rendre compte en laissant tomber dans de l'eau le produit de la désagrégation très facile de la craie phosphatée. La pâte crayeuse se sépare instantanément en formant un nuage laiteux et les grains se précipitent en se classant par ordre de grosseur et de densité.

Cette absence de tout classement contemporain de la formation de la roche vient confirmer les déductions tirées de la texture globulaire des éléments phosphatés. La craie phosphatée est donc un dépôt où les actions cristallines et chimiques ont laissé leur empreinte.

Quant au rôle des organismes, ils ont pu servir à concentrer le phosphate de chaux qui s'est trouvé ainsi précipité et substitué par un effet moléculaire dont on retrouve l'exemple dans d'autres substances fossilisantes.

Des foraminifères, de petites algues, des fragments de divers fossiles, quelquefois des moules internes entiers ont été ainsi phosphatisés.

L'opinion formulée par F. L. Cornet au sujet d'une origine purement organique du phosphate, qu'il a attribué à la décomposition

(1) Olry, Le Phosphate de chaux, p. 51 et suivantes, 1889.

de poissons, a été de nouveau soutenue par MM. Renard et J. Cornet (1), qui attribuent cette origine à la décomposition des corps de poissons et de reptiles. C'est aussi celle des géologues anglais relativement au dépôt qui vient d'être reconnu en Angleterre et dont je parlerai plus loin; ils regardent aussi une partie des granules comme des petits coprolithes de poissons. Dans cette hypothèse les motifs en faveur d'une origine organique reposent sans aucunes preuves sur le rôle attribué à la décomposition des vertébrés, notamment des poissons, rôle qui semble d'ailleurs absolument insuffisant pour expliquer l'importance de l'effet produit comme accumulation d'éléments phosphatés en des points particuliers.

En me bornant ici à l'exposé des caractères de structure et de composition de nature à donner des indications sur l'origine de la craie phosphatée, je rappellerai encore la couche mince et très riche de phosphate concrétionné à la base des amas, sur la surface durcie et corrodée de la craie à *Micraster cor-anguinum* ou recouvrant les nodules empruntés à cette roche encaissante. Sur le bord des lentilles et jusqu'à une certaine distance au-delà, cette couche et ses nodules sont représentés par un lit noduleux et faiblement phosphaté se réduisant à quelques centimètres à la séparation des craies à *Micraster cor-anguinum* et à Bélemnites.

D'autres substances argileuses ou quartzeuses et de la limonite se présentent aussi à la base des amas et, plus rarement, dans le reste de leur masse.

Quant à la pâte crayeuse englobant les grains phosphatés, elle est formée par de très petites particules de calcite le plus souvent amorphes ou présentant la forme de petits organismes.

Les grains de phosphate disparaissent presque complètement dans certains bancs qui forment des alternats, surtout vers la partie supérieure des amas.

Des lits de phosphate enrichi se montrent aussi à divers niveaux. Les matériaux composant ces lits de couleur plus jaunâtre et de texture sableuse sont manifestement *classés*. On peut y voir le résultat d'un enrichissement de la craie phosphatée par une lévigation contemporaine de la formation de l'amas, sous l'influence d'un faible courant. Ces lits sont irréguliers; ils se présentent souvent à la base avec les nodules, quelquefois à des niveaux variables, fréquemment aussi à la partie terminale de l'amas au contact de la craie à Bélemnites. Leur épaisseur, souvent réduite à quelques centimètres, ne dépasse qu'exceptionnellement 0^m60. Leur teneur

(1) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XIX, p. 12, 1891.

en phosphate de chaux ne dépasse pas 55 %. Cet enrichissement est analogue à celui qu'on obtient par lévigation et il est toujours inférieur à celui du phosphate des poches dont je parlerai plus loin.

Sur les bords des amas on observe quelquefois une couche contenant, avec les grains de phosphate, au lieu d'une pâte de craie blanche, de très petits cristaux aciculaires d'aragonite s'éparpillant à la flamme du chalumeau.

J'avais indiqué ce caractère en 1887. Depuis, j'ai pu constater que la présence de l'aragonite a été signalée par M. Cloëz, en 1883 (1), dans le gisement fossilifère de Morigny, de l'étage des sables de Fontainebleau. S'appuyant sur les expériences classiques de M. G. Rose, M. Cloëz a rappelé que l'aragonite ne pouvait se former qu'à une température voisine du point d'ébullition de l'eau, et il a attribué à une élévation de température de l'eau de mer, produite par des dégagements d'eau bouillante et de gaz acides, la mort sur place des mollusques acéphalés dont une portion du test a été transformée en aragonite. C'est aussi par la même cause que M. Cloëz a proposé d'expliquer l'abondance des fossiles accumulés dans ce gisement.

J'ai, moi-même, tenté d'expliquer, en 1887, d'une façon tout-à-fait analogue, la présence de l'aragonite dans les gîtes de craie phosphatée (2) et l'abondance des dents de poissons et des Bélemnites.

J'appelle donc l'attention sur cette couche intéressante et de nature à éclairer, par un fait certain, la question de l'origine de ces gîtes de craie phosphatée. M. Lasne a vu la même couche (3), mais sans en reconnaître les caractères que je viens de rapporter.

On peut trouver quelques termes de comparaison avec les sources qui ont dû donner naissance aux gîtes de phosphates de la Picardie dans certaines sources dont l'émission se continue de nos jours.

Telles sont les sources thermales de Vichy, qui s'alignent en groupes le long des fissures exactement parallèles, orientées 107°. On sait qu'on y constate, avec l'acide carbonique et des alcalis, la présence des acides sulfurique, chlorhydrique, arsénique et *phosphorique*, etc. On sait aussi que ces sources ont donné naissance à des dépôts de calcite et d'*aragonite*.

L'acide phosphorique et l'aragonite se montrent dans beaucoup d'autres sources thermales du Plateau Central, spécialement à la Bourboule.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XII, p. 162, 1883.

(2) *C. R. Acad. Sc.*, t. IV, p. 1136, 1887.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 452, 1890.

L'émission en proportion notable de l'acide phosphorique se continue dans la source thermale de Montemayor, en rapport avec les gîtes de phosphates de Cacerès, dans l'Estramadure.

On sait aussi que l'acide phosphorique existe dans toutes les roches éruptives sans exception, et que leur teneur en acide phosphorique peut atteindre 1 %. Elie de Beaumont, en attribuant la fertilité des terrains volcaniques à la présence de l'acide phosphorique, a rappelé que les laves du Vésuve contiennent jusqu'à 2,25 % de phosphate de chaux (1).

Le point de départ de l'acide phosphorique, qui est venu se concentrer dans les gîtes de la Picardie, a donc pu se trouver dans les parties de l'écorce terrestre voisines de celles d'où sont sorties les roches éruptives. C'est dans ces parties profondes que se sont alimentées les sources phosphatifères, aussi bien celles de la Picardie que celles qui, à des époques plus anciennes ou plus récentes, ont donné naissance à des gîtes dont l'origine interne n'est pas douteuse, ou quelquefois même continuent à émettre les dernières traces de l'activité éruptive.

En étudiant le rôle des eaux souterraines, M. Daubrée a fourni de nombreuses preuves à l'appui de l'origine interne des gîtes de phosphate de chaux (2).

Au contraire, aucun fait d'observation, aucune analogie ne permettent de considérer avec M. Lasne (3) la craie phosphatée et la craie ordinaire comme des revivifications, l'une du phosphate de chaux et l'autre de la chaux des silicates des schistes anciens et des terrains éruptifs des contrées de l'Ouest, du Plateau central et d'une partie du bassin de la Saône.

D'après M. Lasne, les eaux atmosphériques chargées d'acide carbonique auraient désagrégé de grandes épaisseurs de ces roches dont l'apatite ou le fluophosphate de chaux se serait dissous, tandis que la chaux des silicates aurait été cédée à l'eau chargée d'acide carbonique.

Les éléments ainsi en dissolution dans les eaux d'un vaste émissaire auraient suivi, depuis son embouchure dans la mer crétacée, un trajet défini sous l'influence de courants, en laissant se précipiter d'abord le fluophosphate de chaux et ensuite la craie. Le fluophosphate aurait pris entièrement la forme des organismes : foraminifères et algues calcaires qui, après avoir vécu à la surface

(1) Elie de Beaumont, Étude sur l'utilité agric. et les gis. géol. du phosphore, p. 120, 1857.

(2) Daubrée, *Les Eaux souterraines aux époques anciennes*, 1887.

(3) B. S. G. F. 3^e sér., t. XVIII, p. 484 et suivantes, 1890.

du courant, se seraient transformés pendant la durée de leur chute au travers du courant phosphaté.

L'hypothèse que je viens de rappeler recherche dans les roches anciennes et éruptives de régions très éloignées de la Picardie des éléments certainement sous-jacents, d'après la composition de la croûte terrestre dans cette région comme en tous les points du globe.

Au lieu de simplifier le problème, ce recours à des causes purement externes le complique par une hypothèse tout à fait improbable. Au contraire, les probabilités en faveur de causes internes sont fondées sur l'interprétation la plus simple des faits observés relativement à la forme et aux autres caractères des gîtes de craie phosphatée et sur de réelles analogies avec d'autres indications géologiques.

L'explication de l'origine elle-même de la craie ordinaire rentre dans cet ordre de considérations, d'après ce qui a été exposé plus haut, mais avec cette différence entre la craie phosphatée et la craie ordinaire, que l'acide phosphorique s'est concentré en des points particuliers, tandis que l'acide carbonique a formé avec la chaux le dépôt de craie qui s'est trouvé réparti uniformément sans concentration sur des points spéciaux et en laissant prédominer les caractères sédimentaires.

Dans ces émanations certains éléments ont accompagné l'acide phosphorique. Le fluor se présente toujours, comme il l'avait déjà fait, dans les terrains primaires et éruptifs. La présence de l'hydrogène sulfuré se trouve dénotée, ainsi que j'ai pu le constater, par l'odeur caractéristique et quelquefois très fétide de la craie phosphatée sous le choc.

D'autres éléments, comme la silice dans les silex de la craie, la potasse dans la glauconie, se sont trouvés associés aux émanations carboniques.

La chaux s'est présentée en proportions ayant servi à former la plus grande partie des dépôts.

L'acide sulfurique, l'alumine, l'oxyde de fer, la magnésie, comme je l'ai déjà rappelé, ont fait partie des émanations.

Enfin, ces divers éléments se sont trouvés disséminés dans la craie ordinaire en proportions ayant varié suivant les régions et les assises, c'est-à-dire latéralement et verticalement.

M. Daubrée avait déjà attribué un rôle important aux causes internes et aux actions chimiques dans la formation des dépôts sédimentaires et notamment de la craie, contrairement à la doctrine

d'après laquelle la craie serait un dépôt de haute mer entièrement dû à des organismes.

A un autre point de vue, M. Cayeux vient de chercher à prouver que les craies du Nord de la France n'ont qu'une analogie apparente avec les sédiments pélagiques, et notamment avec la boue à Globigérines: qu'elles prennent place dans la catégorie des sédiments terrigènes, et qu'elles se sont déposées à une petite distance des côtes et sous une faible profondeur d'eau (1).

Un fait que M. Cayeux a reconnu dans les craies ordinaires, comme MM. Renard et Cornet, et, comme M. Termier, dans la craie phosphatée, c'est l'existence d'un ciment qui se résout en petites particules calcaires, réagissant sur la lumière polarisée. Les foraminifères et les fragments d'autres fossiles ne forment qu'une partie de la masse de la craie. Ce fait est donc bien établi.

Mais l'origine elle-même de ce ciment, de cette vase ou de cette pâte crayeuse dont j'ai moi-même parlé plus haut, reste encore à établir d'une façon certaine. Pour M. Cayeux, c'est un dépôt terrigène dont les éléments, y compris les minéraux microscopiques qu'il contient, ont été empruntés à des roches côtières et ont été entraînés par les courants.

Au lieu de n'y voir que le résultat de causes purement externes, je viens d'exposer les motifs qui semblent devoir faire attribuer les dépôts de craie à des causes internes ayant combiné leurs effets avec ceux de la sédimentation.

Il me reste à indiquer les derniers caractères des gîtes de craie phosphatée qui consistent dans leur recouvrement par des bancs épais de craie blanche, généralement dépourvue de phosphate et, par conséquent, dans l'*inclusion* bien certaine des amas à la base de la craie à Bélemnites.

Un lit tabulaire de silex forme souvent la séparation entre la craie phosphatée et les couches sans phosphate ou très peu phosphatées qui lui succèdent. Ce lit s'infléchit vers les parties centrales par suite de la dépression dont j'ai parlé. D'autres lits sont composés de gros silex à croûte épaisse et zonée. Ces silex sont fréquents dans la région de Beauval; ils se montrent plus rarement dans la région de Péronne, où la craie supérieure aux gîtes de phosphate est même souvent dépourvue de silex. Cette craie présente des bancs durs, à la fois magnésiens et faiblement phosphatés. Je n'entrerai pas dans le détail de ces couches, et je me bornerai à dire

(1) Cayeux, *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVII, p. 283 et suiv., 1890, et t. XIX, p. 95-102, 1891.

que l'épaisseur d'environ 30 mètres, que je leur avais attribuée en 1887, s'est trouvée confirmée par les observations faites depuis.

Couches recouvrant la Craie. — Les couches de l'Eocène inférieur se sont étendues bien certainement sur toute la région en recouvrant la craie à Bélemnites ou les assises plus anciennes. Ces couches peuvent appartenir à trois assises distinctes : 1° les sables de Bracheux; 2° les Lignites; 3° les sables de Sinceny. Les sables de Bracheux présentent des couches sableuses ou gréseuses avec un conglomérat de silex verdis par la glauconie, à la base. L'assise argileuse des Lignites est rudimentaire. Les sables de Sinceny contiennent des petits galets de silex noirs très caractéristiques et qui ont laissé des vestiges très étendus de cette assise généralement détruite (1). Ces lambeaux tertiaires sont peu épais et toujours loin de présenter le développement que j'ai pu indiquer dans la région du Noyonnais et qui donne : 15 mètres d'épaisseur pour les sables de Bracheux; 6 mètres pour les lignites et 9 mètres pour les sables de Sinceny.

Un dépôt, dont les rapports avec les couches précédentes sont encore très discutés, est formé par le bief. Je me bornerai ici à rappeler que le bief remplit des poches à contours très découpés creusées dans la craie.

ENRICHISSEMENT DES PARTIES DES GÎTES ATTEINTES ET ATTAQUÉES PAR LE BIEF. — J'ai pu comparer directement, dans des coupes tout à fait concluantes, les effets de l'attaque de la craie ordinaire ou de la craie phosphatée par le bief.

Parmi les coupes auxquelles j'ai fait allusion lors de l'excursion d'Orville, se trouvent des relevés très précis obtenus en cotant tous les détails de puits de recherche.

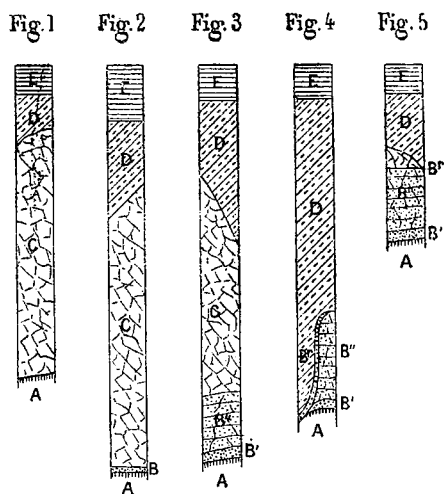
Ces puits avaient 1 mètre de diamètre, les cotes ont été prises dans chaque puits sur deux lignes diamétralement opposées, de façon à établir une coupe suivant un diamètre.

Les variations que présentent ces puits, très rapprochés les uns des autres, à des distances de 20 à 40 mètres, sont dues à leur situation sur le bord même d'un gîte.

Les coupes 1 à 3 montrent le gîte indiqué, d'abord par un simple contact entre la craie à Bélemnites et la craie sous-jacente et durcie à *Micraster cor-anguinum* (coupe 1); puis par quelques centimètres

(1) Ces petits galets dont j'indique ici l'origine incontestablement tertiaire, ont été décrits par M. Lasne (*loc. cit.*, p. 468) comme des cailloux roulés à la base de ce qu'il a appelé le bief à silex cassés, dépôt qui correspond à la base du limon post-monstérien à silex éclatés.

de craie phosphatée avec nodules (coupe 2); et enfin par des bancs bien réglés de craie phosphatée grise (coupe 3). La craie blanche, interposée jusqu'alors entre la craie phosphatée et le bief à silex, disparaît dans la coupe 4, après avoir pointé sur l'un des côtés et le



Echelle $\frac{1}{400}$

- E Limon, etc.
- D Bief.
- C Craie blanche
- B' Craie phosphatée } à *Nelemites quadratus*.
- B' Nodules
- B Phosphate riche.

bief vient en contact de la craie grise qu'il ravine en ayant déterminé à la surface de contact la formation d'un lit mince de phosphate riche, appliqué sur une paroi presque verticale de craie phosphatée.

Dans la coupe 5, une épaisseur de 50 centimètres de craie blanche sépare la craie phosphatée du bief. Sur un des côtés cette craie blanche a disparu et alors le bief a attaqué la craie phosphatée, en produisant une petite poche de phosphate riche de 50 centimètres d'ouverture et de 25 centimètres de profondeur. Le bief atteint 1^m90 d'épaisseur sous le limon épais de 0^m80.

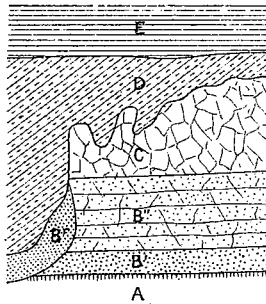
Le gîte dans lequel j'avais effectué ces recherches dans l'été de 1888, au Val-Vion, sur la limite des territoires de Beauquesne et de Raincheval, a été exploité à ciel ouvert dans la partie où, par suite de la déclivité du terrain, la craie blanche ne s'est plus présentée en

recouvrement de la craie grise et n'a pas mis obstacle à l'attaque de cette roche par le bief et à la formation du phosphate riche.

J'ai pu observer le *point même de passage* entre la partie du gîte recouverte par la craie blanche et la partie où la craie blanche cesse complètement et brusquement par l'effet d'une érosion, due au bief et atteignant 3 mètres. Le bief, en pénétrant dans la craie phosphatée grise, l'a attaquée à pic, en amenant la formation d'une couche de phosphate riche entre la paroi de craie phosphatée et le bief, fig. 4-5.

Un exemple tout à fait analogue au précédent se présente dans le gîte de Ribemont (Somme), fig. 4-6.

Fig. 6

Echelle $\frac{1}{400}$

- E. Limon, etc.
 - D. Bief.
 - C. Craie blanche
 - B' Craie phosphatée
 - B'' Nodules
 - B' Phosphate riche.
- } à *Belemnites quadratus*.

Le bief a attaqué d'abord la craie blanche à Bélemnites, qui forme, dans une partie du plateau, un massif de 7 à 8 mètres d'épaisseur entre le bief et la craie phosphatée, exploitée souterrainement sur une hauteur de 1 à 2 mètres. L'épaisseur du massif de craie blanche diminue sur une déclivité du plateau; elle se réduit à 0^m,80 dans la partie où commence l'exploitation à ciel ouvert et où bientôt la craie blanche disparaît totalement, de façon à laisser le bief arriver au contact direct de la craie phosphatée.

Au *point de passage* où se produit le contact, le phosphate riche apparaît entre le bief et la craie phosphatée et son mode de formation peut encore être saisi sur le fait.

Ce phosphate sableux est bien manifestement le produit enrichi de la craie phosphatée atteinte et attaquée par le bief; il correspond

à la couche de fragments corrodés de craie au contact de la craie et du bief et représente un résidu fort important, tandis que le résidu de l'attaque de la craie ordinaire n'est pas appréciable.

Les grains de phosphate, beaucoup moins solubles que la craie, ont été séparés par dissolution complète de la pâte crayeuse et ils ont subi eux-mêmes un commencement d'attaque, indiquant qu'ils ne sont pas le résultat d'une simple lévigation.

Le phosphate ainsi enrichi ne constitue qu'une couche unique dans laquelle il n'y a pas lieu de faire de subdivisions. On peut seulement y distinguer des zones de richesse variable suivant qu'elles ont été ou non souillées par les éléments du bief. Ces zones alternent, en présentant ordinairement les moins riches au voisinage du bief. Le phosphate enrichi de cette zone a été appelé par les extracteurs *phosphate rouge*; moins mélangé avec des particules du bief, le phosphate est appelé *phosphate jaune*; le phosphate riche des zones tout à fait pures est le *phosphate blanc*.

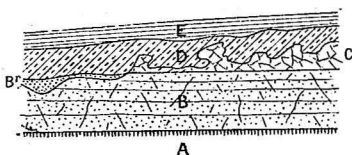
Dans le sondage d'un gîte tout entier que j'ai dirigé en 1890 à Hardecourt-au-Bois (Somme), le phosphate blanc a dosé en moyenne 67 % et a atteint jusqu'à 76 % de phosphate de chaux; le phosphate jaune 55 %; le phosphate rouge 45 % et même 30 %.

Le phosphate blanc est tout à fait sableux; le jaune est plus consistant; le rouge est compacte.

L'action à laquelle doit être attribuée la formation du sable riche comme résidu de la dissolution de la craie phosphatée paraît donc avoir accompagné la formation du bief, véritable agent d'enrichissement.

Des actions d'une date indéterminée et qui seraient purement météoriques ont été invoquées par beaucoup d'observateurs, depuis M. Stanislas Meunier jusqu'à M. Lasne. Dans cette hypothèse, des eaux météoriques, chargées d'acide carbonique et filtrant à travers

Fig. 7



le bief et les autres dépôts superficiels, ont amené la décalcification de la craie phosphatée et la production du sable riche, qui a rempli les vides en forme de poches ainsi formées pendant que le bief et les autres couches suivaient le mouvement d'affaissement et de descente en se moulant par zones concentriques sur le sable riche (1).

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 446 et suiv.; 1890.

D'après une autre opinion soutenue par M. Breton (1) et par M. Gosselet (2), le sable riche a été séparé par les eaux pluviales avant l'époque tertiaire.

M. Munier-Chalmas pense, au contraire, que ces phénomènes ont eu leur maximum d'intensité pendant la période quaternaire (3).

Dans la manière de voir que j'ai exposée, le sable riche a été séparé à l'époque du bief, et sous son influence directe les phénomènes qui ont pu se produire depuis, pendant la période quaternaire, n'ont exercé aucune action autre que l'action d'érosion qui caractérise surtout cette période. C'est ainsi que dans quelques gîtes des environs de Péronne, les alluvions de rive et graviers quaternaires sont revenus recouvrir en nappe le sable riche après avoir amené l'ablation du bief sur les points où peut se constater ce mode de recouvrement.

L'opinion que je viens de formuler est l'expression de faits que j'ai pu observer, et en présence desquels je n'ai pas hésité à abandonner la manière de voir que j'avais présentée en 1887, en regardant le phosphate riche des poches comme contemporain de la craie phosphatée.

Je ne considère plus comme contemporains de ce dépôt que les lits sableux et noduleux de la base ou les lits enrichis à divers niveaux, surtout à la surface supérieure.

La coupe que j'avais donnée pour Beauval (4) s'interprétera donc en regardant le phosphate qui remplit les poches ouvertes dans la craie phosphatée et sous le bief comme le produit de l'attaque du premier dépôt par le second.

La coupe donnée pour Hardivillers (5) montre la position du lot enrichi de la surface supérieure de la craie phosphatée qui, dans ce gîte remarquable par l'importance de sa masse, se présente sous une épaisseur de craie blanche souvent considérable, et n'a été qu'exceptionnellement atteinte par le bief.

Ces diverses particularités que peuvent présenter les gîtes de phosphate rentrent dans l'un ou l'autre de ces types.

Les indications que je viens de donner pourront permettre de les raccorder en constatant que le sable riche des poches est le produit de l'enrichissement de la craie phosphatée sous l'influence directe du bief.

(1) *Bull. Soc. Industr. Minér.*, 3^e sér., t. I, extr., p. 10; 1887.

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVI, p. 207; 1889.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 491; 1890.

(4) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XV, p. 721; 1887.

(5) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XV, p. 722; 1887.

II

ALIGNEMENT PAR TRAÎNÉES ET EXTENSION DES GÎTES DEPUIS LA
CHAMPAGNE JUSQU'EN ANGLETERRE

Les divers gîtes de phosphate successivement constatés ou mis en exploitation en Picardie peuvent tous fournir la confirmation des deux données géologiques que je viens de rappeler. Ces données sont donc de nature à guider sûrement dans les recherches puisque, là où se présente le contact de la craie à *Belemnites quadratus* sur la craie à *Micraster cor-anguinum*, peuvent se rencontrer les gîtes de craie phosphatée, et, là seulement où le bief a atteint la craie phosphatée, peut se montrer le phosphate enrichi sous son influence.

La zone utile à explorer au point de vue de la constatation de ces gîtes serait d'une étendue très considérable si elle se trouvait indiquée par le contact sur la craie à *Micraster cor-anguinum* de la craie à *Bélemnites* avec ou sans pénétration du bief. Mais une nouvelle donnée, qui vient s'ajouter aux deux précédentes, permet de restreindre le champ des explorations à une partie seulement de cette zone, entre des limites déterminées par des alignements tout à fait analogues à ceux qui servent à délimiter des gîtes minéraux, tels que les gîtes calaminaires, avec lesquels j'ai signalé les analogies d'origine.

En effet, la reconnaissance des gîtes de phosphate, commencée en 1886 dans les environs de Beauval, s'est développée de façon à présenter les résultats suivants (Pl. XIX).

Au nord-ouest et au nord d'Auxi-le-Château, des gîtes se montrent à Haravesnes, Bachimont, Buire-au-Bois et Nœux (Pas-de-Calais).

Au sud et au sud-est de Doullens, les gîtes se développent par Beauval, Beauquesne, Terramesnil (Somme), Orville (Pas-de-Calais), Raincheval, Puchevillers et Toutencourt (Somme).

Au sud-ouest d'Albert, se trouve le gîte de Ribemont-sur-l'Ancre.

Entre Bray-sur-Somme et Péronne, les gîtes reparaissent à Suzanne, Eclusier-Vaux, Frise, Curlu, Hardecourt-au-Bois, Hem-Monacu et Bouchavesnes.

Au nord-est de Péronne et jusqu'au-delà de Roisel, ces gîtes continuent par Templeux-la-Fosse, Tincourt-Boucly, Templeux-le-Guérard (Somme), Hargicourt, Villeret, Méricourt, Fresnoy-le-Grand et Etaves (Aisne).

Après un très grand intervalle où les constatations font encore défaut, un dernier gîte se présente à Villers-devant-le-Thour, dans

le canton d'Asfeld (Ardennes), sur les confins mêmes de la Picardie et sur la rive droite de l'Aisne, au-delà de laquelle se développent les plaines de la Champagne.

Dans une direction diamétralement opposée, des indices de gîte viennent aussi d'être reconnus en Angleterre par M. Strahan (1), à Taplow, sur la rive gauche de la Tamise, à environ 8 kilomètres en amont de Windsor.

Dans tous ces gîtes, la craie phosphatée a été ou non enrichie suivant qu'elle a été ou non atteinte par le bief; elle se présente quelquefois seule et, alors, conformément au principe posé, elle est recouverte par la craie blanche à Bélemnites et nettement enclavée à la base de l'assise. C'est ce qui a lieu pour le gîte extrême vers la Champagne, reconnu à Villers-devant-le-Thour, où la craie phosphatée dosant 22 % de phosphate de chaux forme un banc d'un peu moins de 1 mètre enclavé dans la craie à Bélemnites. Il en est de même pour le gîte de Taplow, où la craie phosphatée dose de 16 à 35 % de phosphate de chaux.

Si l'on cherche à coordonner ces diverses indications, on peut voir que l'anticlinal de l'Authie donne la direction suivant laquelle paraissent s'aligner les gîtes depuis l'Angleterre jusqu'à la Champagne. La direction de cet anticlinal est à 0.34° N., ou, dans la notation à partir du S., 124°. Antérieurement, j'avais indiqué 0.38° N. (2).

Cet anticlinal est jalonné en Angleterre par Reading, Dorking et Hastings, en passant à 3 kilomètres au N. de la première localité et à 2 kilomètres de la troisième; il atteint la côte française entre Cucq et Berck, passe par Auxi-le-Château, Albert, Laon, Berry-au-Bac sur l'Aisne, en arrivant dans les plaines de Champagne, où il traverse la faîte entre Somme-Suippe et Somme-Tourbe.

Une distance de 24 kilomètres sépare cet anticlinal du synclinal de la Somme, dont la direction parallèle à la précédente se trouve jalonnée par Saint-Valéry, Amiens, Noyon, Châlons-sur-Marne.

A 23 kilomètres au-delà de ce synclinal se présente l'anticlinal de la Bresle, symétrique du précédent par rapport à l'axe de la Somme et jalonné par Blangy, Poix et Compiègne. Cet anticlinal passe en Angleterre, à 6 kilomètres au N. de Winchester, par où M. Barrois a indiqué son prolongement (3).

Les divers gîtes de phosphate reconnus jusqu'à présent se groupent sur l'une ou l'autre de ces trois lignes ou axes dont l'in-

(1) *Abstr. Proc. Géol. Soc. L.*, p. 75; 1891.

(2) *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XX, p. 643; 1863; et *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. IV, p. 564; 1876.

(3) *Rech. sur le terr. crét. sup. de l'Angl.*, p. 122; 1876.

fluence, si nettement manifestée par le plissement de la craie, commençait dès lors à se faire sentir par la venue des sources phosphatifères.

Le gîte de Taplow est situé à 15 kilomètres au N. de la ligne de l'Authie et à environ 240 kilomètres des gîtes français.

Ceux-ci ont été reconnus en Picardie sur une longueur de 86 kilomètres, depuis environ 4 kilomètres à l'aval et au N. O. d'Auxi-le-Château, et en présentant, comme je l'ai déjà dit, après un intervalle de 82 kilomètres, un dernier jalon à la limite de la Picardie et de la Champagne.

Les gîtes de Picardie se coordonnent donc sur une ligne de 168 kilomètres de longueur, en files rectilignes disposées par groupes.

Ces éléments d'une longue trainée n'occupent, par projection sur l'axe de l'Authie, qu'une partie très restreinte de la ligne, en présentant le développement suivant : 7 kilomètres pour le groupe de Haut-Maisnil à Nœux, 12 pour celui de Beauval à Toutencourt, 1 pour celui de Ribemont, 7 pour celui de Suzanne à Bouchavesnes, 13 pour celui de Templeux-la-Fosse à Villeret, 4 pour celui de Fresnoy-le-Grand, et enfin, pour le groupe de Villers-devant-le-Thour, 1 kilomètre.

On peut voir que ces divers groupes ne présentent qu'un développement total de 35 kilomètres à répartir sur la longueur de 86 kilomètres de la ligne de l'Authie depuis l'aval d'Auxi-le-Château.

On doit aussi remarquer que, dans ces divers groupes, les gîtes se trouvent isolés les uns des autres et n'occupent en réalité que des espaces fort limités dont il reste encore à évaluer la superficie.

L'écartement à partir de cet axe est de 4 à 6 kilomètres au N. dans le groupe de Haravesnes à Nœux ; 4 kilomètres au S. dans le groupe de Beauval à Toutencourt et 1 kilomètre au N. de l'axe vers Orville ; 7 kilomètres au S. pour le groupe de Ribemont ; 1 kilomètre au S. et 8 kilomètres au N. pour le groupe de Suzanne à Bouchavesnes ; 12 à 18 kilomètres au N. pour le groupe de Templeux-la-Fosse à Villeret ; 22 à 26 kilomètres au N. pour le groupe de Fresnoy-le-Grand ; 10 à 12 kilomètres au N. pour le groupe de Villers-devant-le-Thour. J'ai déjà indiqué l'écartement du gîte anglais de Taplow, à 15 kilomètres au N. de la ligne

Des études plus complètes permettront sans doute de décomposer ces groupes en échelons parallèles à la ligne de l'Authie ou même à l'anticlinal de l'Artois ; j'ai dû me borner à indiquer la disposition générale qu'ils affectent en formant cette remarquable trainée dont la longueur, de Villers-devant-le-Thour à Taplow, atteint 408 kilomètres.

Je rappellerai que sur l'axe anticlinal de la Bresle, symétrique du précédent, un gîte dans lequel la craie phosphatée présente un grand développement est exploité à Hardivillers, près de Breteuil. L'écartement de ce gîte est de 4 kilomètres au S. de la ligne de la Bresle.

Je dois aussi rappeler qu'un gîte analogue se présente à un écartement de 7 kilomètres au S. de la ligne synclinale de la Somme, entre Hallencourt, Wanel et Dreuil-Hamel.

Ces lignes, alternativement anticlinales et synclinales et parallèles à la Somme, suivant lesquelles se sont produites les venues des éléments phosphatés, ne sont pas les seules dont l'influence ait commencé à se faire sentir dès l'époque crétacée. Il a pu en être de même pour une série de lignes orientées suivant une direction qui paraît symétrique de la précédente et parallèle à l'Oise, soit E. 34° N. J'avais déjà fait cette remarque en 1887. Les observations faites depuis paraissent l'avoir confirmée (1).

J'indiquerai pour base de cette direction la ligne Vervins-Pontoise, ou la source de l'Oise à son confluent avec la Seine.

Un des traits les plus apparents de ce système est jalonné par le Havre, Dieppe, St-Valery, Hesdin, le cours de la Ternoise et Lillers.

La partie comprise entre Dieppe et St-Valery jalonne le littoral et, depuis St-Valery, le prolongement de cette ligne par Hesdin et la Ternoise est également bien marqué.

Ce réseau, suivant lequel la craie s'est ensuite trouvée plissée, paraît donc avoir commencé à se dessiner lors de la formation des gîtes de phosphate, ainsi que semble le démontrer la disposition de certains d'entre eux, comme je l'avais reconnu en 1887, et comme M. Lasne l'a également indiqué.

A un degré moindre, mais devant être apprécié pour se rendre compte de la disposition actuelle des gîtes, se présentent les cassures auxquelles peuvent correspondre des rideaux ou des ravins, ainsi que M. Lasne l'a exposé (2). C'est à un accident important de ce genre qu'il faut certainement attribuer le ravin d'Orville; j'ai fait une constatation analogue à Hardivillers au printemps de 1890.

(1) Lasne, *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 480, 1890, et *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XIX, p. 58, 1891. Dans ce dernier travail M. Lasne a répondu à une objection de M. Gosselet, *Ibid.*, t. XVII, p. 166, 1890. La direction de l'Oise que j'avais indiquée en 1876, est très marquée dans le plissement de la craie de Picardie.

(2) Les rideaux sont le dernier résultat des dénudations effectuées dans la région; une partie a pu être régularisée par la culture, comme l'a pensé M. de Lapparent; mais les grands rideaux, appelés en Picardie *Larris*, et couverts d'herbes et de genévriers, sont naturels et en rapport avec des fractures.

Pour arriver à bien connaître les circonstances dans lesquelles se sont formés les gîtes de phosphate, il serait aussi très utile de pouvoir évaluer d'une façon précise la puissance des assises sous-jacentes.

Une première indication montre que cette puissance se trouve notablement réduite au voisinage de la ligne de l'Authie. Aux environs de Péronne, M. Cayeux a reconnu que l'épaisseur entre la craie à Bélemnites et la craie à *Micraster breviporus* atteignait au plus 50 mètres. J'ai pu, moi-même, constater que les gîtes de phosphate au N. O. d'Auxi-le-Château se présentent à 22 mètres seulement plus haut que la craie à *Micraster breviporus*.

Les gîtes de phosphate ont donc pu se former par la venue de sources peu éloignées des rivages (comme je l'ai admis, en signalant autrefois l'existence à Hardivillers et à Hallencourt de dépôts analogues à celui primitivement reconnu à Beauval par Buteux, et comme l'a interprété M. Gosselet dans sa carte à l'époque du Sénonien (1)), mais disposées suivant des alignements, et dont les dépôts présentent des caractères exclusivement littoraux, et qui dénotent des actions d'origine interne.



(1) Esq. géol. du N. de la France, 2^e fasc., pl. XV, 1881.

NOTES RECUEILLIES AU COURS D'UNE EXPLORATION
DANS L'ÎLE DE BORNÉO (4).

par M. **CHAPER.**

Les notes sommaires que j'ai recueillies au cours d'une exploration dans la partie occidentale de l'île de Bornéo ne s'appliquent qu'à un territoire restreint et manqueront forcément de généralité ; mais dans l'état actuel très imparfait de nos connaissances sur cette grande île dont bien des parties sont absolument inexplorées, elles constitueront une modeste contribution qui pourra plus tard être utilisée.

L'île de Bornéo, traversée en son milieu par l'équateur, a une superficie un peu plus grande que celle de la France.

Le Nord et le Nord-Ouest sont sous la domination anglaise, ou sous celle d'un rajah d'origine anglaise qui, par suite de circonstances assez singulières, s'est taillé un vaste domaine indépendant dans la partie de l'île appelée Serawak. Tout le reste de l'île appartient nominalement aux Hollandais. Mais leur occupation se borne à l'entretien d'un certain nombre de fonctionnaires, presque tous de sang-mêlé, échelonnés le long des cours d'eau qui descendent des montagnes de l'intérieur. Le massif central, où ces grands fleuves prennent leur source, ne leur est pas encore accessible ; il est habité par des autochtones Négritos, avec lesquels on n'a pas réussi jusqu'à présent à entrer en relations ; ils ont un genre de vie des plus primitifs, évitent le contact des étrangers, même des Malais, et sont, avec leur flèches empoisonnées, des redoutables ennemis dans la forêt vierge.

Au moment de mon départ de l'île, une expédition était envoyée dans leur pays pour tâcher de nouer des relations avec eux ou les refouler si l'on ne pouvait y réussir.

C'est dans la partie occidentale de l'île (Wester-afdeeling) que ma mission m'a conduit.

On y accède par deux ports ; celui de Sambas est situé sur la rivière du même nom, large à son embouchure, mais prenant sa source à peu de distance de la côte.

L'autre, Pontianak, situé plus au sud, à 80 milles environ du précédent, à vol d'oiseau, est de beaucoup le plus important ; c'est

(1) Communication faite dans la séance du 8 juin 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 25 Juillet 1891.

le chef-lieu de la partie occidentale de l'île; c'est là qu'habite « le Résident » ou Gouverneur de toute la région. Pontianak est situé à 16 milles de la mer, sur un grand fleuve de 600 à 700 mètres de large, composé de la réunion des eaux de la rivière de Landak et de celles de la branche nord du Kapoeas (rivière qu'il ne faut pas confondre avec celle du même nom qui aboutit à la mer dans la région sud, à peu de distance de Bandjer-Masin).

Le Kapoeas est un énorme fleuve, dont le cours est connu sur une longueur d'à peu près 350 milles, la partie supérieure étant encore inexplorée. Il aboutit à la mer par un immense delta, de plus d'un degré d'amplitude du nord au sud, formant une grande plaine à peu près inhabitable, et qu'il traverse par de nombreux estuaires, qui seraient presque tous navigables sans la barre qui limite le tirant d'eau à l'embouchure.

Bien que Pontianak ne soit qu'à 16 milles de la mer, par le bras du Kapoeas, sur la rive gauche duquel la ville hollandaise est située, la plupart des bateaux à vapeur qui viennent de la mer entrent dans le fleuve par la passe de Koeboe, à une cinquantaine de milles au sud.

La seule inspection des cartes plus ou moins exactes de la région du Kapoeas, indique que le fleuve parcourt une vallée plate où il a toute liberté pour étaler ses nombreux méandres; le cours en est tellement sinueux que les indigènes ont pris l'habitude de compter les distances sur le fleuve par le nombre de coudes de la rivière.

Avec une pareille disposition, et avec l'intense végétation forestière qui recouvre toute l'île, on conçoit qu'il soit difficile d'avoir aucune vue un peu lointaine lorsque l'on suit le cours du fleuve. Encore pouvais-je espérer que les érosions des berges m'auraient accusé la nature du sous-sol tranché par le courant.

Je m'étais, à cet effet, assuré d'un bateau à vapeur qui devait me remonter jusqu'au point extrême de mon voyage sur le Kapoeas, en remorquant mes bagages et provisions; un canot (sampang, dans le pays) que j'aurais eu constamment à ma disposition, m'eût permis de faire le long des rives autant d'observations que j'aurais voulu; je n'aurais, bien entendu, voyagé que de jour.

Mais il y a loin de la coupe aux lèvres; cela est surtout vrai en pays malais et chinois. Après cinq à six jours d'attente, rien n'indiquant que le bateau dût jamais être prêt, j'ai dû renoncer à m'en servir et profiter de l'occasion d'un autre bateau à vapeur, de plus grandes dimensions, que les hasards de son trafic faisait remonter jusqu'à Sintang (240 milles), me réservant d'examiner à la descente, s'il y avait lieu, ce que je ne pouvais aborder en remontant.

Vérification faite, je n'en eus aucun regret. De Pontianak à Sintang les berges restent basses, inondables presque partout et ne montrent que de l'argile jaunâtre. Sur ce long parcours, c'est à peine si l'on voit de temps en temps quelques coteaux faisant saillie au milieu de la plaine, et parfois s'avancant jusqu'au fleuve. De temps en temps seulement l'eau a mis à nu la roche qui est invariablement composée de grès jaunâtre ou de schiste assez tendre.

En arrivant à Sintang on voit, à l'est, une montagne isolée dont la forme et la hauteur (600 à 700^m au-dessus de la plaine) attirent immédiatement l'attention. Une grande bande blanche, probablement un filon quartzeux, qui la traverse de l'ouest à l'est, en forme un des traits caractéristiques. A beaucoup d'égards, il était intéressant de la visiter, mais c'était une course d'au moins cinq jours, et j'ai dû y renoncer.

De Sintang à Semitau (72 milles), je fis le trajet en bateaux du pays (bidar, sampang, etc.), remontant à la rame, ne voyageant que le jour, et j'eus tout le loisir d'examiner les berges ; elles sont toujours basses, composées de la même argile ; de temps en temps on voit quelques chaînes de collines de 20 à 30^m de hauteur, sauf en un point à peu près à mi-chemin, rive gauche à l'aval de Silat, où se montre une falaise de grès bigarrés, gris et violets contre lesquels le courant vient buter. Sur la rive droite, un peu à l'aval du confluent du Katoengau, deux pitons abrupts font saillie au-dessus de la plaine.

Le territoire que j'avais à visiter s'étendait dans deux vallées situées l'une sur la rive gauche, l'autre sur la rive droite du fleuve.

La première vallée s'ouvre à quelques milles à l'aval de Semitau, sur la rive gauche. Grâce à une forte baisse des eaux, je pus examiner à loisir les berges et les cailloux du fond de la rivière. Les deux donnèrent des indications parfaitement concordantes. Un manteau général d'argile fine recouvre toute la vallée ; l'épaisseur en est au moins de 4 mètres ; les deux premiers mètres, plus ou moins pénétrés par les racines des arbres, ont subi l'oxydation atmosphérique et sont devenus jaunes ; on n'y trouve plus de détritux végétaux ; toute la partie inférieure, au contraire, est restée grise, et l'on y trouve très fréquemment, soit des feuilles isolées, soit des lits de feuilles et de branches, soit même des morceaux de bois, le tout à peine altéré : l'argile jaune et l'argile grise ne forment qu'un seul et même dépôt.

Ce revêtement argileux n'est pas limité à la plaine ; il recouvre tous les coteaux jusqu'à une altitude d'environ 60^m.

Au-dessus apparaissent des terrains sédimentaires exclusivement

composés de schistes et de grès tendres, ces derniers devenant prédominants à mesure qu'on s'avance vers l'amont. Dans la partie haute, deux ou trois couches de poudingues viennent s'intercaler dans les grès. Ces poudingues, souvent très durs et dont les éléments bien roulés atteignent parfois de fortes dimensions, contiennent une très grande variété de roches (roches granitiques, roches porphyriques, quartz, diorite et même des calcaires fossilifères).

Dans tout cet ensemble, aucune ressource à espérer des fossiles pour fixer l'âge de cette formation; de temps en temps seulement, on voit quelques empreintes herbacées, indéterminables. A 7 kilom. à peu près de l'extrémité amont de la vallée, au-dessous d'un grand banc de poudingue de 6 à 8^m d'épaisseur, couronnant une falaise assez élevée, on voit les grès tendres et d'un grain assez grossier contenant de petites poches de charbon éparpillées.

Toutes ces roches sont orientées de O.N.O. à O. avec des inclinaisons vers le S., allant en croissant assez régulièrement à mesure qu'on se rapproche des deux montagnes, le Oejan et le Rajoen, qui forment la tête de la vallée.

Là, les grès et les roches qui leur sont sous-jacentes se redressent fortement et ont subi un métamorphisme assez intense qui les a transformés en quartzite, jaspé et diorite vert foncé, avec grenats, le tout ayant conservé ses plans de stratification.

Les cailloux du Sebroeang, couverts de végétation aquatique, montrent que malgré la hauteur des crues, le régime de la rivière n'a rien de torrentiel, ils ne consistent qu'en fragments des roches précitées, avec de très rares morceaux de roches de provenances lointaines empruntés aux poudingues.

On voit donc qu'en l'état actuel il est impossible d'arriver à une détermination, même approximative, de l'âge de ce puissant système de grès et de schistes; il faudrait pouvoir le raccorder stratigraphiquement à des roches fossilifères, ce qui ne paraît pas devoir être facile en pareil pays.

Les terrains dont je viens d'esquisser la description, tant dans le Kapoeas que dans le Sebroeang, sont évidemment peu propres à l'exploitation d'aucun établissement industriel; la matière manque. Cependant quelques érosions locales ont dérasé par places la couche d'argile et mis à nu des dépôts antérieurs à celle-ci, souvent composés de sable blanc très fin, aurifère et diamantifère.

Dans la vallée du Sebroeang il y avait, paraît-il, quelques points de cette nature; tous étaient abandonnés, sauf un sur lequel quelques Malais et Dayaks viennent « laver de l'or », entre avril et

octobre, au moment où la culture du riz ne les occupe plus. L'or y est en paillettes très fines, et le gain de chaque ouvrier est plus que médiocre.

Dans la vallée du Kapoeas, il y a des emplacements d'une plus grande étendue; entre Sangau et Sintang notamment, deux fois sur la rive droite et une fois sur la rive gauche, j'ai vu les déjections d'exploitations chinoises, formant des cônes de sable assez volumineux. Il est probable que les exploitants y gagnent quelque argent puisqu'ils continuent; cependant ce genre de travail est beaucoup moins en faveur qu'autrefois.

En outre de l'or, on y trouve quelques diamants; j'ai pu en acheter trois à Samarangai. Ils se vendent plus cher que le prix du cours en Europe, et l'authenticité en est fort douteuse. J'ai la conviction que l'un des trois échantillons que je mets sous les yeux de la Société et qui est tout différent des deux autres, est un diamant du Cap; ce serait la confirmation d'un fait qui m'avait été affirmé à Singapore et à Pontianak.

L'exploration que j'ai faite sur la rive droite du Kapoeas, dans la vallée du Knapei, m'a montré à quelque distance du grand fleuve un terrain tout à fait différent de celui de la vallée du Sebroeang; le pays est plus plat, les rides dont il est accidenté sont moins accentuées, et le sol s'élève très lentement jusqu'aux environs du petit massif montagneux qui porte également le nom de Knapei.

Dans la partie assez limitée que les eaux, redevenues hautes, m'ont permis de voir, le sol était constitué d'un revêtement de sable blanc très fin, paraissant absolument pur, superposé à un mélange de sable et d'argile à peu près blanc, au-dessous duquel apparaissait un épais dépôt d'argile blanche très plastique contenant des couches de lignite.

Ces lignites sont d'assez bonne qualité; ils seraient pour l'avenir une ressource précieuse, s'ils n'étaient inexploitable, à cause de la plasticité de l'argile dans laquelle ils sont enfermés et de l'inondation périodique à laquelle ils sont soumis.

Ils ne sont pas d'ailleurs les seuls qui existent dans la vallée du Kapoeas; on en connaît à Selimbau, qui sont d'une qualité fort analogue, et qui sont exploités comme ceux du Knapei, près des affleurements, au moyen de petits puits qui ne durent qu'une saison, les conditions étant les mêmes qu'au Knapei.

De même encore, et par les mêmes procédés, on en recueille quelques tonnes dans la rivière Setoeboe, petit affluent rive droite du Kapoeas, situé un peu à l'amont du Knapei. On n'y connaît qu'une seule couche d'une cinquantaine de centimètres d'épaisseur.

Les lignites sont encore connus le long de la rivière Sentabei, affluent de la rive droite du Kapoeas, à quelques milles à l'aval de Semitau.

Enfin, on en trouve encore plusieurs couches à Blietang, rive gauche du Kapoeas, en face de Skadau ; l'une de ces couches aurait de 15 à 16 pieds d'épaisseur ; comme celles du Knapei, du Setoeboe, de Selimbau, elles sont noyées en hautes eaux.

Au surplus, il existe du charbon minéral en bien d'autres points de la surface de l'île de Bornéo ; on en exploite au Sud en plusieurs endroits ; on en exploite aussi à l'Est, et le charbon de Serawak a fait depuis plusieurs années son apparition sur le marché de Singapour, où il se présente en concurrence avec les charbons anglais. Il y est apprécié par les petits bateaux à vapeur qui font le service entre Singapour et l'archipel Malais, à cause de sa facilité d'allumage et de sa belle flamme. Comme il est plus léger et contient plus de cendres que le charbon dit de Cardiff, la tonne de charbon de Borneo se paie 33 francs, tandis que le prix moyen du Cardiff est à peu près de 44 francs la tonne.

Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que toute l'île de Bornéo fût aussi peu productive et aussi peu intéressante au point de vue géologique que la vallée du Kapoeas. Dans la réputation de Bornéo, il entre certainement un assez grand nombre de généralisations un peu hâtives et de légendes : j'ai eu l'occasion de le constater. Mais il est bien certain que dans plusieurs parties de l'île, aujourd'hui assez connues : dans Serawak, Sambas, Montrado, sur le cours de la rivière de Landak, dans la région sud de Bandjer-Masin, et dans le North British Borneo, on trouve des roches de natures très diverses, sédimentaires, volcaniques, etc. : la région montagneuse du Centre est, plus que probablement, celle qui a fourni les éléments si variés qui constituent les poudingues. On peut donc raisonnablement espérer que les indices fournis par les alluvions correspondent à des richesses minérales d'une certaine importance, qu'on pourra y exploiter quand l'accès en sera possible.

l'autre. Les sables granitiques qui occupent le sommet de l'étage de l'Argile plastique restent toujours impossibles à distinguer minéralogiquement des Sables de la Sologne qui terminent la série tertiaire du bassin de Paris et ravinent le Calcaire de Beauce. Cette question qui préoccupait déjà de Fourcy, dans sa carte du Loiret, et de Sénarmon, dans Seine-et-Marne, se simplifie dans le cas présent, puisque nous avons montré déjà les caractères distinctifs de l'Argile plastique et de l'argile à silex. Il reste en vue surtout les sables granitiques supérieurs, les Sables de la Sologne; ils ravinent profondément l'argile à silex en Sologne dans la petite région où ils se trouvent en contact avec elle, vers Gien, Sully d'une part, et vers Salbris de l'autre; ailleurs, les marnes du Calcaire de Beauce viennent s'intercaler. Dans la forêt de Marchenoir, ils se distinguent facilement de l'argile à silex par la petitesse de leurs éléments; l'argile qui les accompagne est encore kaolinique, et bien que le phénomène de transport soit peu marqué, il entraîne cependant un mélange de roches qui n'apparaît jamais dans la véritable argile à silex.

Les sables granitiques souvent remaniés avec la meulière de Beauce qu'ils ravinent, et mêlés avec le Calcaire grossier meulièrement dans la région entre l'Eure et la Seine, se confondaient encore plus aisément puisqu'ils accompagnaient d'autres éléments qui n'étaient pas distingués de l'argile à silex. La confusion de toutes ces assises était à son comble.

En 1880, M. de Mercey considérait encore les sables granitiques comme une dépendance de l'argile à silex; mais les sables granitiques vrais n'existent pas dans le Nord, et il croyait les retrouver dans les menus anguleux de silex, que laissait entre ses mains la lévigation de l'argile à silex. Pour celui qui a vu les véritables sables granitiques couvrir le sol comme de gros grains de sel blanc sur des espaces immenses, aucune confusion n'est possible, et nous les avons suivis en cet état presque sans interruption de la Loire jusqu'à la Manche; leur origine se poursuit au sud jusqu'au Plateau Central, dont les alluvions tertiaires mal connues rayonnent de tous les côtés, et se montrent à bien des âges.

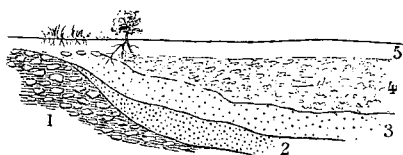
D. La similitude d'aspect est également sensible entre l'argile à silex et le Diluvium rouge; il s'agit des deux côtés d'une altération d'un dépôt inférieur, Craie d'une part, Diluvium gris de l'autre, par une action superficielle postérieure. La distinction des deux formations ne présente guère de difficultés lorsqu'un mélange n'intervient pas au contact; les fragments roulés, usés, de nature variée

et de taille très diverse, se distinguent des silex non roulés à cassure vive, de constitution uniforme et de calibre peu différent que présente l'argile à silex crétacée.

M. Hébert a insisté autrefois sur cette distinction, et M. de Mercey l'a précisée à diverses reprises.

Voici une coupe prise dans la forêt de Rouvray, près de Rouen, qui montre un contact du Diluvium rouge sur l'argile à silex; les sables de l'Argile plastique qui s'intercalent dans un coin de la coupe, rendent la distinction facile.

Fig. 5.
Coupe dans la Forêt de Rouvray.



- | | | |
|---|--|---------------------|
| 5 | Terre de bruyère. | |
| 4 | Diluvium rouge. | |
| 3 | Sables granitiques rubéfiés en partie | } Argile plastique. |
| 2 | Sables fins imperméables, jaunes et rouges | |
| 1 | Argile à silex. | |

Ce contact est très fréquent dans l'Ouest; sur les berges en pente douce des grandes vallées, tout le long du Loir, par exemple, entre Châteaudun et Vendôme, nous avons eu souvent à opérer de très près la séparation de l'argile à silex et du Diluvium rouge, qu'il est impossible d'apprécier à distance.

E. L'argile à silex crétacée doit être maintenue nettement, séparée du *Limon à silex* qui la surmonte; nous avons parlé de la liaison intime de ces deux assises; nous exposerons maintenant les caractères qui permettent de les distinguer. C'est toujours le départ des silex de leur position normale, la certitude qu'on acquiert qu'ils ont changé de place, leur groupement en lits vers la base du limon, l'altération de leur surface, leurs cassures émoussées, puis le caractère moins argileux de la pâte, l'ameublissement du sol, l'apparition d'un niveau d'eau, etc. En Picardie, le terrain à silex a reçu le nom populaire de Bief et quelques auteurs ont voulu retenir ce mot pour désigner le limon à silex. L'idée n'était pas mauvaise, notre vocabulaire géologique n'étant pas déjà trop riche en termes brefs et caractéristiques, mais M. Gosselet (1) a montré que ce terme

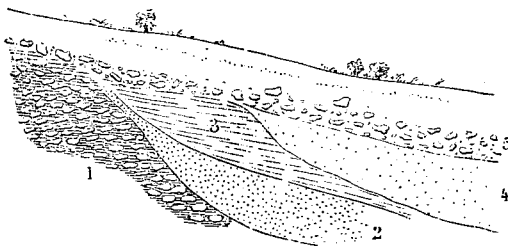
(1) Gosselet, *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVI, p. 165, 1890.
De Mercey, *Ibid.*, t. VII, p. 237, 1880.

était employé par les ouvriers indifféremment pour les deux couches à silex qui se rencontrent dans le Nord et que l'expression n'avait rien de caractéristique.

Le terme de *limon à silex* peut nous suffire pour le présent, par opposition à *argile à silex*, désignant la couche en place, et à *sables à silex*, réservé à la couche remaniée du même horizon dans les sables marins à la base du tertiaire.

Une coupe que j'ai récemment relevée à Emalleville, à l'est d'Evreux, met bien en relief cette distinction.

Fig. 6.
Coupe à Emalleville.



- | | | |
|---|-------------------------------|---------------------|
| 5 | Limon à silex. | } Argile Plastique. |
| 4 | Sables granitiques | |
| 3 | Argile grise pure | |
| 2 | Sables fins, blancs et jaunes | |
| 1 | Argile à silex. | |

Nous pouvons en citer d'autres exemples à Ezy-sur-Eure, à Camphol, près Chartres, à Saint-Didier des Bois, etc. Dans cette dernière localité, le limon à silex placé à deux pas de l'argile à silex qui s'est éboulée légèrement sur les sables granitiques, offre à sa base presque tous les caractères de l'argile à silex véritable (1). L'éboulement est un incident en géologie avec lequel il faut souvent compter et qui obscurcit parfois les démonstrations les plus claires; ce n'est pas en passant une fois et en visitant un seul gîte que l'observateur peut arriver, dans l'Ouest, à un résultat sérieux. Il doit se défier également du marnage, qui fait répandre par les agriculteurs de nombreux silex sur un sol qui pouvait en être originairement dépourvu, etc.

Je résumerai tous ces détails stratigraphiques en disant :

— Que l'argile à silex peut avoir tous les contacts supérieurs tertiaires possibles ;

(1) M. Prudhomme a indiqué des coupes analogues aux environs du Havre. *Bull. Soc. Géol. Normandie*, t. VIII, p. 89, 1883.

— Qu'elle est d'autant plus épaisse qu'elle est recouverte par un terrain plus récent ;

— Qu'elle est rudimentaire ou nulle sous les dépôts marins : sables de Bracheux, Calcaire Grossier, sables de Fontainebleau ;

— Qu'elle existe, au contraire, de plus en plus épaisse sous les dépôts lacustres ou continentaux de plus en plus récents : Argile Plastique, marnes à *Cerithium lapidum*, calcaire de Beauce, sables de la Sologne, Limon.

D'autre part, nous n'avons jamais vu l'argile à silex surmontant un dépôt tertiaire ; les points où ce contact a été signalé ont tous été reconnus comme mal observés ou provenant de la confusion faite de l'argile à silex avec d'autres formations, comme la Meulière de la Beauce, les sables granitiques, le Diluvium. La véritable argile à silex ne quitte pas la craie dont elle est le produit, elle descend dans les poches et puits naturels qui s'y rencontrent, elle moule exactement sa surface, et les silex qu'elle renferme appartiennent toujours au niveau géologique de la craie voisine. L'argile à silex gris zonés accompagne la craie sénonienne inférieure à silex zonés ; les silex cariés décèlent un horizon supérieur, et les fossiles toujours crétacés qu'on y rencontre proviennent d'un niveau rapproché de la craie.

Dégagée des formations avec lesquelles il était possible de la confondre, l'argile à silex nous apparaît de plus en plus comme un dépôt d'altération sur place, sans transport, produit par voie chimique, pour laquelle les uns, comme notre aimable et savant confrère M. de Lapparent (1), recherchent une explication par l'intervention des phénomènes internes et par l'émanation de produits gazeux ou aqueux, tandis que les autres, auxquels nous n'hésitons pas à nous railler, croient trouver dans les précipitations atmosphériques un agent assez puissant pour rendre compte des phénomènes observés ; depuis 1876, nous soutenons cette idée (2), et nous n'avons pu découvrir aucun fait ni preuve stratigraphique en contradiction avec elle ; au contraire, toutes nos excursions nous ont fortifiés dans cette explication.

Nous donnerons en terminant un tableau dans lequel nous signalerons pour les diverses feuilles de la carte géologique de France au 1/80000, les notations sous lesquelles l'argile à silex a été désignée, et les symboles des diverses assises avec lesquelles elle a pu être confondue.

(1) Lapparent. *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIX, p. 303, 1894.

(2) Van den Broek. Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels. Bruxelles 1881, p. 109.

IV

NOTATIONS DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE RELATIVES
A L'ARGILE A SILEX

FEUILLE	ARGILE A SILEX	ARGILE PLASTIQUE	CALCAIRE DE BEAUCE	SABLES de la Sologne	LIMON A SILEX
Boulogne	M	e_{IV}	—	—	M
Saint-Omer	M	e_{IV}	—	—	M
Lille	P	e_{III}	—	—	P
Montreuil	P	e_{IV}	—	—	p
Arras	M				
Douai	M	e_{IV}	—	—	p
	P				
Maubeuge	e_{IV} (pars)	e_{IV} (pars)	—	—	p
	e_V (1)				
Abbeville	M	e_{IV} (pars)	—	—	p
Amiens	M	e_{IV} (pars)	m' (2)	—	p
Cambrai	M	e_{IV} (pars)	m' (3)	—	p
Yvetot	M	e_{IV} (")	—	—	p
Neuchatel	p	e_{IV} (")	—	—	p
	M				
Montdidier	M	e_{IV}	—	—	p
	m'				
Laon	non figurée	e_{IV}	m' (4)	—	p
Lisieux	M	e_{IV}	—	e_{IV} ?	p
Rouen	M	\bar{C}	m'	\bar{C} ?	M
		e_{IV}			
Beauvais	M	e_{IV}	m'	—	M
Soissons	M	e_{IV}	m'	—	p
Bernay	e_V	e_{IV}	—	—	M
Evreux	e_{IV}	\bar{C}	m'	\bar{C}	M
		e_{IV}			
Paris	(5)	e_{IV}	—	e_{IV}	(5)
Mortagne	e_V	e_{IV}	m'	—	M
Chartres	M	e_{IV}	m_1	m_1	p
	e_V				
Melun	e_{IV}	e_{IV}	m_1	m_1	c_s (6)
Nogent-le-Rotrou	e_V	e_{IV}	—	—	M
Châteaudun	e_V	e_{IV}	m_1	m_1	M
Fontainebleau	e_{IV}	e_{IV}	m_1	m_1	(6)
Le Mans	e_V	e_{IV}	m_1	(7)	M
Beaugency	e_V	—	m_1	$m_{1.2}$	p
Orléans	e_V	—	m_1	m_2	P
Tours	e_V	e_{IV} ?	m_1	m_1	e_V
Blois	e_V	—	m_1	m_2	M
Gien	e_V	—	m_1	m_2	p
					e_V

(1) Voir les observations (1),(2),(3),(4),(5),(6),(7) à la page suivante.

OBSERVATIONS

(1) On y a compris la Marne de la Porquerie très liée à l'argile à silex. — Gosselet. Esquisse géologique du Nord, III, p. 295 — 1883.

(2) Sous ce symbole on a indiqué à Sorel un dépôt dont la nature nous est inconnue.

(3) On a désigné ainsi un calcaire à grès meuliériforme avec *Nummulites lævigata* appartenant au Calcaire Grossier inférieur.

(4) Paraît être du Calcaire Grossier meuliériforme.

(5) Sur la feuille de Paris on a supprimé l'argile à silex et le limon à silex, pour bien faire ressortir la Craie qui n'affleure que sur une surface très faible; ces formations sont visibles à Plaisir et Saint-Germain-la-Grange (le petit Saint-Germain).

(6) Le limon à silex n'a pas été distingué; on a montré le sous-sol formé soit par la Craie, soit par l'argile à silex réunie à l'Argile Plastique.

(7) Nous pensons qu'il existe sur cette feuille des lambeaux de sables de la Sologne comme sur la feuille voisine de Beaugency, mais ils n'ont pas été distingués.

Les notations employées actuellement sont :

Limon à silex	<i>p.</i>
Sables de la Sologne . . .	<i>m¹⁻².</i>
Calcaire de Beauce	<i>m₁.</i>
Argile Plastique	<i>e_{IV}.</i>
Argile à silex	<i>e_v.</i>

PRÉSENTATION D'UN OUVRAGE DE M. L. SZAJNOCHA,

par M. R. ZEILLER (1).

M. le Dr L. Szajnocha, professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Cracovie, a bien voulu me charger d'offrir en son nom à la Société Géologique une note qu'il vient de publier *sur quelques restes de plantes carbonifères de la République Argentine* (2). Les échantillons qu'il a étudiés proviennent de la mine de Retamito, située par 32° de latitude sud, sur le chemin de fer de San Juan à Mendoza; il y a reconnu l'*Archæocalamites radiatus*, qui est de beaucoup l'espèce la plus abondante, un *Lepidodendron* du groupe du *Lep. nothum*, le *Lep. Pedroanum* Carruthers sp., des fragments incomplets d'une fougère au moins très voisine du *Rhacopteris Machanecki* Stur, des feuilles de *Cordaites* qui ne semblent différer en rien du *Cord. borassifolius*, et de petites graines qu'il rapporte, non sans quelque doute, au genre *Rhabdocarpus*. La présence incontestable, parmi ces empreintes, de l'*Archæocalamites radiatus* conduit à ranger dans le Culm les couches de Retamito, conclusion à l'appui de laquelle viennent également le *Lepidodendron* cf. *nothum* et le *Rhacopteris* cf. *Machanecki*.

Jusqu'à présent, on ne connaissait dans la République Argentine que des dépôts charbonneux de l'époque rhétienne, et les formations carbonifères n'avaient pas été reconnues dans ces régions, ou du moins n'y avaient été signalées qu'avec doute, M. Pissis ayant seulement indiqué, dans les Andes du Chili, des « schistes anthraciteux » renfermant des empreintes d'Equisétinées et de petites coquilles paraissant appartenir au genre *Posidonia*. Le travail de M. Szajnocha démontre formellement l'existence, dans la République Argentine, de dépôts carbonifères, qu'il serait évidemment intéressant d'explorer plus complètement et dans lesquels il peut se faire qu'on découvre des gîtes industriellement exploitables.

Je profite de l'occasion qui m'est fournie par la présentation de ce travail, pour rectifier une indication erronée que j'ai donnée il y a quelques années sur la présence du Houiller supérieur au Chili. Comme suite à la détermination que j'avais faite en 1875 des

(1) Communication faite dans la séance du 2 novembre 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) Ueber einige carbone Pflanzenreste aus der Argenlinischen Republik (*Sitzungsber. d. K. Akad. Wissensch. Wien*, t. C, p. 199-209, pl. I-II).

empreintes rhétiennes de la Ternera (1) qu'il avait obtenues au musée de Copiapo, M. Fuchs m'avais remis, deux ans après, d'autres empreintes qu'il m'avait dit avoir recueillies lui-même dans une localité de la même région, que l'étude stratigraphique et lithologique lui faisait regarder comme houillère, empreintes qui, ayant été égarées à son retour, venaient seulement de lui retomber sous la main : ayant reconnu parmi elles plusieurs espèces du terrain houiller supérieur, j'avais alors indiqué ce terrain comme existant au Chili dans la même région que le Rhétien (2); mais j'ai été averti plus tard par M. Fuchs que, par suite d'une confusion d'étiquettes, il m'avait remis, comme provenant du Chili, des empreintes venant tout simplement des mines de Commentry, et j'ai pu reconnaître en effet l'identité absolue de la roche de ces échantillons avec ceux qui ont été ultérieurement donnés à l'École des Mines par M. Fayol.

Les plantes de la Ternera que j'avais publiées en 1875 étaient, en définitive, seules de provenance authentique, et le renseignement que j'ai donné en 1877 doit être tenu pour nul et non avenu ; je suis heureux qu'il soit demeuré inutilisé.



(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. III, p. 572.

(2) *Annales des Mines*, 2^e vol. de 1877, p. 373.

NOTE SUR LES CONDITIONS DANS LESQUELLES
S'EST EFFECTUÉ LE DÉPÔT DE LA CRAIE
DANS LE BASSIN ANGLO-PARISIEN (1)

par M. Charles JANET.

Les conditions dans lesquelles s'est effectué le dépôt de la Craie du bassin anglo-parisien ont été, dans ces derniers temps, le sujet d'un certain nombre de travaux. Quelques observations sur cette même question forment l'objet de cette note.

M. Cayeux (2), qui a fait récemment d'intéressantes recherches sur la Craie du Nord de la France, admet que les galets que l'on y rencontre « ont été apportés soit par des vagues, soit par des marées, soit par des courants, et que leur présence contribue à donner à la Craie le caractère d'un sédiment terrigène. » Si cela est exact pour les parties littorales, par exemple pour l'assise à *Terebratulina gracilis* de Chercq, près Tournay (3), « qui débute par des marnes calcaires au sein desquelles sont disséminés de nombreux galets de même nature que les roches primaires sous-jacentes », nous ne saurions l'admettre pour les parties de la formation crayeuse quelque peu éloignées des rivages. Pour nous, la plus grande partie de la Craie s'est déposée dans une mer dont le fond était, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'invoquer une grande profondeur, presque partout et presque toujours très calme. Nous exposerons plus loin quelques-unes des raisons sur lesquelles nous basons cette opinion.

Quant à l'emploi du mot *terrigenè* pour un dépôt dans lequel les éléments fournis par les rivages sont généralement en si faible proportion comparativement à l'ensemble de ceux fournis par les organismes vivants et par les phénomènes physiques (évaporation, réactions chimiques), nous pensons, comme M. de Lapparent (4), qu'il doit être rejeté.

Si l'on s'éloigne suffisamment des bords de la formation crayeuse,

(1) Communication faite dans la séance du 2 novembre 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) Cayeux L. La Craie du Nord de la France et la boue à Globigérines. Note préliminaire. *Ann. Soc. géol. du Nord*. T. 19, p. 95 et suiv. La Craie du Nord est bien un dépôt terrigène. *Loc. cit.*, p. 252.

(3) *L. c.*, p. 254.

(4) De Lapparent. Lettre à M. Gosselet. *Ann. Soc. géol. du Nord*. T. 19, 1891, p. 251.

les galets deviennent extrêmement rares. Nous ignorons quel chiffre atteint le nombre de ceux recueillis par M. de Mercey dans la Somme, mais nous pensons, d'après nos propres recherches, qu'il doit être assez faible. Personnellement nous n'en avons recueilli, *en place*, que deux. Ceux qui, ayant visité notre collection, connaissent l'importance des récoltes que nous avons faites dans la Craie, admettront avec nous que ce chiffre indique une rareté extrême. Ce sont deux galets de quartzite nettement roulés. L'un d'eux, ayant à peu près quatre centimètres dans sa plus grande dimension, provient de la Craie à *Marsupites* de Guehengnies; l'autre, qui ne dépasse pas deux centimètres, provient de la Craie à *Micraster cortestudinarium* de Saint-Martin-le-Nœud. Ces deux localités sont situées à quelques kilomètres de Beauvais. Comment ces galets ont-ils été amenés aux points éloignés de tout rivage où on les recueille ainsi très rarement et tout à fait isolés? Nous repoussons complètement le transport par les courants et sommes convaincus que ces galets ont été amenés soit par des glaçons, soit plutôt par des bois flottants ou par des poissons.

Des traces de bois se rencontrent quelquefois dans la Craie; nous en avons recueilli un fragment englobé par de la pyrite dans la Craie à *Actinocamax westphalicus* de Margny-les-Compiègne. Nous en avons trouvé une empreinte dans la Craie à *Marsupites* de Beauvais et une autre, montrant des perforations de pholades, dans la Craie à *Terebratulina gracilis* des falaises situées à l'est de Puits.

Quant aux poissons, nous pensons qu'ils sont parfaitement capables d'avaler et par conséquent de transporter des galets. Lorsque pour la première fois, il y a une dizaine d'années, nous avons rencontré un galet de la Craie (il s'agit de celui recueilli dans la Craie à *Marsupites*), nous avons immédiatement admis que ce galet devait avoir été transporté par un squalé et nous ignorions alors que cette opinion était également celle de M. de Mercey. M. Sauvage, à qui nous avons, à cette époque, fait part de notre trouvaille et de notre hypothèse, nous a déclaré qu'il la trouvait parfaitement admissible. Au mois de mai dernier, il nous écrivait : « Dans les squalés des parages de Boulogne, j'ai plusieurs fois trouvé de petits cailloux avalés sans doute par mégarde, mais jamais de galets de la grosseur de ceux dont vous me parlez ». Il faut remarquer que ces squalés sont beaucoup plus petits que ceux de la mer crétacée, dont les dents atteignent fréquemment trois centimètres de longueur, non compris la base insérée dans les tissus; et si l'on veut se faire une idée exacte de la voracité de ces animaux, il faut

se reporter à des observations faites sur des squales de grande taille.

George Bennett (1) dit que l'on a trouvé dans l'estomac des squales, avec beaucoup d'autres choses, des pots en étain « The stomachs of these fishes are found to contain a very mixed diet, some holding small fishes, or flying squids; others, paper, canvass, even *tin pots*, and offal of every description cast overboard from ships. . . » Le même auteur cite un *Carcharias leucas* Valenciennes, capturé à Port Jackson, dont l'estomac contenait huit gigots de mouton, un demi-jambon, les quartiers de derrière d'un porc, la tête et les épaules d'un chien ayant une corde autour du cou, environ trois cents livres de viande de cheval, *une râcle de navire*, et un morceau de toile à sac.

Les plus grandes dents des *Carcharias* cités par Bennett avaient un pouce et quart de longueur, taille qu'atteignent souvent les dents des squales de la Craie. Ces observations nous paraissent suffisantes pour faire admettre la possibilité du transport par les squales des quelques galets recueillis dans les parties non littorales de la Craie.

Nous avons dit plus haut que pour nous la Craie s'était généralement déposée dans des eaux tranquilles. Nous allons donner quelques preuves à l'appui de cette opinion. Les *Cidaris* y sont assez abondants; nous en avons recueilli à tous les niveaux *sans exception*. Ces animaux ont certainement trouvé, pendant toute la durée de la formation, des conditions biologiques favorables à leur développement. Or, M. Prouho, qui a publié une étude très détaillée sur le *Dorocidaris papillata* de la Méditerranée (2) et qui a continué depuis à observer les mœurs de cet échinide, se croit en mesure d'affirmer que le vrai Cidaride ne peut vivre que dans des eaux relativement calmes, parce que l'adhérence qu'il peut développer avec ses ventouses est *très faible* et qu'il ne saurait résister à un courant dont la vitesse serait capable de vaincre cette adhérence. Ces animaux ne pourraient donc s'acclimater dans une eau agitée que si un fond accidenté leur offrait des abris, condition que le fond de la mer crétacée ne devait, à notre avis, presque jamais remplir. Un courant capable d'entraîner un galet de quatre centimètres de diamètre aurait certainement entraîné des corps à la fois aussi légers et aussi volumineux que les *Cidaris serrata* trouvés dans la même couche et qui, d'une extrémité à l'autre de

(1) Dr George Bennett. Notes on Sharks, more particularly on two enormous specimens of *Carcharias leucas* captured in Port Jackson, Sydney, *New South Wales*. *Proc. Zool. Soc.*, 1859, art. 5, p. 223.

(2) Prouho. *Arch. de Zool. exp. de M. de Lacaze-Duthiers*. T. 5, p. 213.

leurs radioles, atteignent quinze centimètres, ou que des *Cidaris perornata* qui, avec leurs radioles de douze centimètres de longueur, atteignent trente centimètres de diamètre total.

Parmi les raisons invoquées pour prouver que le fond de la mer crétacée était agitée, on a dit que les restes de ces *Cidaris* étaient presque toujours disloqués, les radioles isolés et les tests séparés en fragments. Un examen attentif et l'observation de ce qui se passe pour les *Cidarides* vivants nous amènent à une conclusion tout à fait inverse.

Il résulte des observations de M. Prouho sur les Oursins actuels que, lorsqu'un de ces animaux meurt de mort naturelle, il perd d'abord ses radioles aboraux puis ses radioles oraux et qu'il peut encore se mouvoir lorsqu'il a perdu une bonne partie de ces appendices. Ensuite la putréfaction envahit tout le corps et, chez les *Cidarides*, le test se disloque spontanément et s'ouvre comme une grenade mûre (1), en sorte qu'il n'est pas besoin d'invoquer une action mécanique pour expliquer cette dislocation. C'est un phénomène spontané qui tient à ce que les lignes de suture restent organiques.

Ce qui précède suffit d'autant plus pour expliquer la dissémination des parties solides des *Cidaris* que cette dissémination est souvent plus apparente que réelle, car il arrive assez fréquemment que l'on retrouve dans un rayon de 25 à 30 centimètres la plus grande partie du test, de l'appareil apical et de l'appareil masticateur et aussi un certain nombre de radioles d'un même individu. En faisant réduire à la brosse de gros morceaux de craie tendre qui laissent apercevoir sur leurs faces quelques fragments de *Cidaris*, nous avons souvent obtenu des échantillons beaucoup plus complets qu'on ne pouvait l'espérer. Il faut d'ailleurs admettre qu'une faible dissémination des parties peut être occasionnée sur un fond parfaitement calme par les animaux de toutes sortes cherchant leur nourriture et même simplement par le passage de poissons d'une forte taille.

La dislocation étant mise à part, les *Cidaris* de la Craie sont pour ainsi dire toujours dans un état de conservation parfait. Sauf quelques perforations accidentelles, surtout dans les radioles, où des parasites sont venus s'installer après y avoir creusé une cavité qui en fait parfois un véritable tube, ils ne présentent pour ainsi dire aucune trace d'altération.

Sur le test, les moindres crénelures, les moindres granulations,

(6) Pour le fait de la dislocation du test des *Cidarides*, voir Prouho. *Dorocidaris papillata*. *Arch. de Zool. expérim. et gén. de H. de Lacaze-Duthiers*. T. V., p. 335.

les plus petits sillons du réseau nerveux superficiel sont conservés parfaitement intacts. Sur les radioles des *Cidaris sceptrifera* et *perornata*, les petites épines superficielles ont conservé leurs pointes tout à fait aiguës, et si l'on trouve presque toujours, ainsi que nous le montrons depuis longtemps aux géologues qui visitent notre collection, des radioles tout à fait lisses mélangés aux radioles épineux d'un même individu, cela est dû non pas à une usure ou à une altération quelconque, mais à ce que l'on a affaire à des radioles encore jeunes, l'ornementation (1) n'apparaissant que lorsqu'ils sont sur le point d'avoir acquis tout leur développement. A côté de ces radioles entièrement ou incomplètement développés, mais presque toujours parfaitement conservés, nous retrouvons dans la Craie des bases de radioles brisés du vivant de l'animal et en voie de reconstitution, c'est-à-dire munis d'une petite tige axiale, ou même des radioles naissants qui ont la forme d'une lentille concavo-convexe de 1 à 2 millimètres de diamètre et proviennent d'individus qui, n'ayant pas encore atteint leur état définitif, développaient encore des radioles sur leur pôle apical. Ces radioles naissants ou en voie de réparation sont tout-à-fait semblables à ceux que M. Prouho a décrits et figurés chez le *Dorocidaris papillata* de la Méditerranée. Un examen attentif de la craie dans le voisinage d'un test de *Cidaris*, permet même fréquemment de retrouver les radioles secondaires qui garnissent et protègent la base des gros radioles. Très nombreux, de forme aplatie et n'ayant que quelques millimètres de longueur, ils sont couverts de stries longitudinales fines et serrées aussi intactes que chez les *Cidarides* vivants. Enfin nous avons recueilli plusieurs fois des valves de pédicellaires, organes encore bien plus délicats que les radioles les plus fins.

Si, après avoir constaté que la surface de toutes les parties solides laissées par les *Cidaris* est presque toujours en parfait état de conservation, nous tenons compte de ce que leur test et leurs radioles secondaires (il en est autrement des radioles principaux) sont formés uniquement d'une substance finement spongieuse et fragile, structure bien mise en évidence par M. Prouho, dans son travail sur le *Dorocidaris*, et que cette substance calcaire ne devient réellement solide qu'après la fossilisation qui produit le remplissage de tous les interstices de ce tissu calcaire et transforme chaque plaquette du test en une masse spathique ayant son système de clivage indépendant de celui des plaquettes voisines, on est forcé

(1) Cela a été démontré par M. Prouho, qui a suivi dans tous ses stades le développement des radioles du *Dorocidaris papillata*.

d'admettre que ces tests n'ont certainement été exposés à aucune action mécanique : qu'ils n'ont été ni roulés ni même simplement usés par le frottement des particules dures, calcaires ou siliceuses que les plus faibles courants auraient suffi à mettre en mouvement sur le fond de la mer crétacée.

L'examen attentif d'une récolte abondante montre que dans la Craie le nombre des radioles est sensiblement proportionnel à celui des tests. Au contraire, dans d'autres terrains, on trouve parfois des radioles en assez grande abondance tandis que les plaquettes de test y sont très rares ou même y font complètement défaut. Une explication de ce fait, plus satisfaisante que celles fournies jusqu'ici, se trouve peut-être dans la différence, bien mise en évidence dans le travail de M. Prouho, entre la structure du test et celle des grands radioles. Tandis que les plaquettes du test ainsi que les radioles secondaires sont et restent pendant toute la vie de l'oursin formés d'un réseau calcaire délicat et probablement très-altérable, à cause de son état de très grande division, les grands radioles, au contraire, lorsqu'ils ont atteint leur complet développement, sont entièrement recouverts par une écorce compacte et résistante. N'est-il pas naturel d'admettre que dans les couches où les tests se font remarquer par leur absence, cela est dû à ce que, tandis que les radioles ont été préservés par leur écorce protectrice, les plaquettes du test auront été détruites avant que la fossilisation n'ait pu, en les transformant en un cristal de spath, les mettre à l'abri de toute altération ultérieure. La même explication pourrait peut-être s'appliquer aux Crinoïdes représentés dans certaines couches par un très grand nombre d'articles de la tige, tandis qu'il est impossible de trouver un seul calice. Ces derniers auront été détruits avant la fossilisation faite d'une écorce protectrice qui a préservé les articles des tiges.

Nous donnerons comme deuxième preuve de la tranquillité du fond de la mer crétacée l'existence de petites accumulations de fossiles souvent très variés, toujours très disloqués et en partie brisés. Au premier abord on pourrait y voir des fragments brisés par les courants et réunis par eux en petits amas plus ou moins volumineux, ce qui prouverait exactement le contraire de ce que nous voulons démontrer.

Un examen attentif de ces amas nous a amené à la conviction que ce sont des coprolithes de poissons. C'est ainsi que dans un banc peu fossilifère de la Craie à *Micraster coranquinum* des falaises de la Manche où, après une assez longue recherche, nous n'avions fait qu'une bien maigre récolte, nous avons trouvé un petit paquet

de fossiles ayant à peu près la grosseur du poing et contenant serrés les uns contre les autres un millier de fragments, parmi lesquels nous avons reconnu :

Porosphæra, Crinoïdes, Astérides, *Micraster*, *Cyphosoma*, *Diadema ebroicense*, *Cidaris clavigera*, *Cidaris sceptrifera*, *Cidaris subvesiculosa*, Bryozoaires, *Spondylus spinosus*, *Ostrea*, *Dimyodon*, *Inoceramus*, Poissons.

Ces fragments sont brisés mais non usés, les *Cidaris* sont représentés par des pièces de l'appareil masticateur et des radioles. Ces derniers sont presque tous brisés et la surface non spathique de leurs cassures montre bien qu'elles sont antérieures à la fossilisation.

Si la dissémination des fragments de fossiles, en général si peu nombreux et si espacés les uns des autres dans le banc qui nous a fourni cet échantillon, peut faire supposer un mouvement de l'eau, la disposition de cette agglomération coprolithique conduit à une opinion toute différente. Il faut ajouter d'ailleurs que si les poissons peuvent ainsi laisser en amas les débris des animaux dont ils ont fait leur nourriture, le même procédé doit être fréquemment un mode de dissémination de ces débris.

M. Sauvage, qui a étudié le contenu de l'estomac de beaucoup de poissons, nous a fourni des renseignements intéressants sur leur nourriture. Il nous écrivait au mois de mai dernier : « Les poissons avalent souvent des animaux de toute sorte et en quantité. J'ai souvent trouvé dans le tube digestif des Soles pêchées sur le Nord Hinder, dans la Mer du Nord, des amas d'*Echinocyamus pusillus* ; d'autres avaient le tube digestif rempli de débris d'*Ophioglypha texturata* et d'*Ophiocoma*. Les Lamellibranches (Tellines et autres) se trouvent très fréquemment chez les Pleuronectes intacts ou brisés. J'ai trouvé en abondance de jeunes Mactres dans des Limandes. Dans le tube digestif des Pleuronectes pêchés à Boulogne, on trouve souvent le *Rissoa parva*. Un squale, l'*Acanthias vulgaris*, a souvent le tube digestif rempli d'opercules de *Buccinum undatum* ».

Ajoutons à ces observations de M. Sauvage que nous avons trouvé un certain nombre de fois, chez les Carrelets pêchés dans les parages de Dieppe, le tube digestif rempli de coquilles de petits Lamellibranches. Ces coquilles étaient toujours toutes brisées, les crochets des deux valves étant toutefois encore unis par leur ligament. Chez un Carrelet de 12 centimètres de largeur, nous avons trouvé 196 crochets, c'est-à-dire les restes de 98 petits Lamellibranches. Il contenait en outre 1 *Echinocyamus pusillus* dont le test était tout à fait intact.

Nous rappellerons encore, comme preuve de la tranquillité du fond de la mer au moment où se déposait la Craie, que l'on rencontre des lits nettement argileux de quelques centimètres d'épaisseur et pouvant être suivis, dans les falaises par exemple, sur une étendue de plusieurs kilomètres. Les moindres courants de fond, à l'instant où la mer, momentanément chargée de particules argileuses, les déposait sur son fond, auraient été un obstacle à la netteté, à la régularité et à la continuité de ces lits si étendus et si minces.

Parmi les preuves de la tranquillité de la mer crétacée, on a cité la fragilité et la délicatesse des fossiles qu'elle nous a laissés. C'est là une preuve que nous n'invoquerons pas. Les *Echinocardium* qui vivent dans le sable sur nos rivages ont un test autrement mince que les *Echinocorys* et que les *Micraster* crétacés. Les Rhynchonelles et les Térébratules ont une coquille passablement épaisse. Les Lamellibranches (*Pecten*, *Lima*, *Spondylus*, etc.) ne nous ont laissé, il est vrai, qu'une coquille extrêmement mince, mais nous savons qu'elle ne représente qu'une partie de l'épaisseur primitive, les couches internes, qui ont une composition différente de celle des couches externes, ayant été enlevées par dissolution. Un jeune *Spondylus spinosus* de notre collection, resté adhérent à un fragment de craie dure, fournit un bon exemple de ce fait. Tandis que la partie externe de la coquille s'est conservée, comme cela est habituel, les couches internes dissoutes se trouvent représentées par un vide qui permet de rétablir l'épaisseur primitive et ce vide donne l'empreinte des deux dents de la charnière qui, généralement, ont disparu sans laisser aucune trace, si bien que l'on a créé un certain nombre de genres basés sur cette absence supposée de charnière. En réalité les fossiles de la Craie ne nous paraissent ni plus minces ni plus fragiles que ceux des autres formations.

De ce que nous venons de dire, il ne faut pas conclure que nous n'admettons pas l'existence de traces de courants, même loin des rivages, dans la mer crétacée. On sait que la Craie présente fréquemment, ce que l'on peut observer dans les falaises de la Manche, des bandes bien continues où la roche, totalement ou, plus généralement, partiellement durcie, contraste nettement avec les parties assez tendres qui se trouvent au-dessus ou au-dessous.

Ces bandes durcies sont de deux sortes. Les unes, véritables bancs tout à fait concordants avec la stratification de la roche, en suivent toutes les ondulations. Les autres, certainement discor-

dantes avec la stratification de la masse sous-jacente, viennent y recouper et arrêter les bancs de la première catégorie.

Quelle est la signification de ces accidents appelés par M. Hébert, qui les a étudiés avec beaucoup de soin, bancs-limites et surfaces-limites ? (1)

Pour lui ils indiquent des exhaussements, des interruptions dans la sédimentation, des émerSIONS et, lorsqu'il y a discordance, des ravinements et des rivages.

Pour nous il faut modifier un peu cette explication et admettre que les choses se sont passées *sans émerSION*.

Les bancs-limites concordants avec la stratification sont bien dus, sinon à une interruption, du moins à une modification momentanée et probablement à un ralentissement de la sédimentation, accompagnés peut-être d'un léger changement dans la composition chimique de l'eau de la mer (2).

Quant aux surfaces-limites discordantes, nous les avons de nouveau étudiées tout récemment (3). Nous avons examiné tout particulièrement celle, peu accessible, qui se trouve à Dieppe tout près du Casino et celle, plus facile à aborder, qui, à 1 kilomètre à l'est de Saint-Valéry-en-Caux, s'abaisse jusqu'au niveau de la mer. Au point où cette dernière arrive au niveau de la partie inférieure du galet, la craie durcie qui se trouve en dessous a suffisamment résisté à l'action destructive des vagues pour former, sur quelques mètres, une nappe horizontale qui s'avance vers la mer et qui, bien nettoyée par le frottement des galets, montre sa structure noduleuse et, en certains points, de belles empreintes ondulées de grands Inocérames.

Pour nous ces deux surfaces-limites indiquent bien certainement un ravinement de la roche sous-jacente, comme l'admet M. Hébert : « La Craie K s'est déposée dans un bassin creusé aux dépens des couches inférieures » (4), mais nous pensons qu'il n'y a pas eu

(1) Hébert. Ondulations de la craie dans le bassin de Paris. In : *B. S. G. F.*, sér. 2, t. XXIX, p. 446 et 583. Sér. 3. t. III, p. 512. — Voir en particulier T. III, p. 522 et suivantes.

(2) Les bancs-limites, qu'ils soient concordants ou discordants, nous ont toujours paru notablement plus riches en oxyde de fer que la Craie dans laquelle ils sont intercalés.

(3) Des éboulements récents nous ont permis de constater que la Craie sur laquelle, entre Pourville et le Phare d'Ailly, reposent les couches tertiaires, appartient à la zone à Marsupites. Nous avons recueilli bon nombre de fragments de ce fossile caractéristique ainsi que des autres espèces qui l'accompagnent généralement (*Echinocorys carinatus* de forme élevée, *Spondylus spinosus* de grande taille, etc.). Malgré une recherche très attentive dans tous les blocs qui nous ont fourni des *Marsupites*, nous n'avons trouvé aucun *Actinocamax*.

(4) Hébert. l. c. p. 524.

d'émersion et que ces ravinelements sont des affouillements du fond de la mer creusés par des *courants tout à fait accidentels*, qui n'avaient peut-être pas besoin d'une grande intensité pour attaquer le dépôt probablement peu consistant qu'ils ont entamé. En tout cas les bancs successifs qui sont coupés en biseau au dessous de cette surface-limite, aussi bien que les couches qui, au-dessus, sont venues former le remplissage de la cuvette, présentent la régularité habituelle que nous considérons comme l'un des indices des conditions de tranquillité dans lesquelles s'est effectué le dépôt de la Craie.

Les cordons de silex qui se trouvent au-dessous de la surface ravinée présentent, il est vrai, une certaine irrégularité. Ces cordons, souvent très nets et concordant sensiblement avec la stratification de la roche lorsqu'ils sont encore à une distance suffisante de la surface-limite, deviennent moins nets et plus irréguliers lorsqu'ils n'en sont plus distants que de quelques mètres. On remarque en particulier qu'ils s'infléchissent comme s'ils avaient une tendance à devenir parallèles à la surface-limite. Cela est facile à expliquer. Évidemment, si les cordons de silex s'étaient formés en même temps que la roche et étaient réellement stratifiés, le ravinement les aurait coupés nettement et ils viendraient tous buter contre la surface-limite sans trace de dérangement. Mais on sait qu'il n'en est pas ainsi et les silex qui se sont formés bien postérieurement au dépôt de la Craie ont pris naissance et se sont développés dans les points de la roche où se présentaient les circonstances les plus favorables à leur formation. Si dans les circonstances habituelles la stratification est venue leur fournir des surfaces de moindre résistance où ils se sont particulièrement développés au point de former non seulement des cordons mais presque des lits continus, on comprend que ces cordons et ces lits ont été empêchés de suivre leur développement régulier lorsqu'ils ont rencontré la bande plus ou moins durcie qui s'étend sur plusieurs décimètres d'épaisseur au-dessous des surfaces-limites, et il est tout naturel que leur formation ait été gênée, qu'ils se soient infléchis pour rester le plus longtemps possible dans les parties moins dures qui se trouvent au-dessous de la bande durcie et ne soient pas arrivés à la traverser et par conséquent à venir buter sur la surface-limite.

D'ailleurs, même dans les points où il n'y a pas trace de ravinement, les silex peuvent montrer des irrégularités également explicables.

Lorsqu'on examine attentivement l'ensemble des cordons et des lits de silex dans les falaises, on peut remarquer que, pour une

épaisseur donnée de la roche, la somme des épaisseurs du silex paraît sensiblement constante. Presque toujours, lorsqu'un cordon diminue d'importance, les cordons voisins, ou plus ordinairement l'un d'eux seulement, augmentent proportionnellement. Cela est surtout frappant pour les lits continus de silex. A partir du point où ces lits commencent à s'amincir, on en voit apparaître un autre à un niveau un peu différent et ce dernier n'atteint son épaisseur maxima qu'au droit du point où le premier a complètement disparu. Cela indique, chose d'ailleurs toute naturelle, que la quantité de silice, contenue dans un ensemble de couches de craie et provenant sans doute en majeure partie de restes organisés, est sensiblement constante tout le long de l'ensemble de ces couches, mais cette silice s'est individualisée tantôt de préférence sur un cordon tantôt de préférence sur un autre. Cette disposition est également une preuve du fait, d'ailleurs incontesté, que les silex se sont formés bien postérieurement à la roche, mais nous rappelons que la meilleure preuve de leur formation, relativement récente, est donnée par ces lames continues de silex que l'on voit, à Beauvais par exemple, remplir des diaclases presque normales à la stratification.

En résumé nous pensons, sans chercher à y voir la preuve d'une grande profondeur, que le fond de la mer crétacée était normalement d'une grande tranquillité. Les courants qui ont laissé des traces de leur passage dans les parties éloignées des rivages étaient tout à fait accidentels. Cette conclusion ne doit pas être infirmée par la présence des débris minéraux, provenant de la désagrégation des roches, débris qui, vu leur très grande finesse et leur très faible proportion dans la constitution de la craie, ont parfaitement pu être entraînés, même loin des rivages, par les courants superficiels.

Nous pouvons confirmer, par des observations faites sur les *Acanthias* pêchés dans les parages de Dieppe, ce fait que le tube digestif de ces poissons contient fréquemment de nombreux opercules de Buccins, mais nous n'avons jamais réussi à y trouver une seule coquille de ce mollusque. Les *Acanthias* savent donc extraire de sa coquille l'animal avec son opercule et il en résulte un mode de séparation et de dissémination qui pourrait peut-être expliquer, dans certains cas, la séparation des aptychus d'avec les coquilles chez les Ammonites.

(Note ajoutée pendant l'impression).

SUR LA CONCOMITTANCE DU SEL GEMME
ET DE
LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES MÊMES GISEMENTS (1),
par M. SALVADOR CALDERON.

Le sel gemme et les substances d'origine organique se trouvent répandus partout dans les roches sédimentaires. Mais il faut remarquer que, lorsque le premier se trouve dans des dépôts d'une certaine importance, les secondes se rencontrent aussi d'une manière constante. Cette concomittance a attiré plusieurs fois l'attention des géologues; cependant je ne sache pas que l'on ait donné aucune explication de ce fait si important, et c'est justement pour cela que je vais hasarder celle qui me semble la plus vraisemblable.

On sait que les dépôts de sel gemme donnent fréquemment issue à des dégagements de carbures d'hydrogène. Le gaz dégagé dans la saline de Gottesgabe sert au chauffage, et dans la saline de Szlatine, en Hongrie, le gaz qui se dégage est employé à l'éclairage des fosses dans lesquelles il se produit; on dit que, dans certaines salines de Chine, le gaz sert à l'évaporation de la saumure. Les matières végétales ou leurs produits sont toujours près du sel dans presque tous les gisements de cette roche et la plupart des sources salées dégagent une odeur de bitume.

Réciproquement, là où il y a décomposition de matières organiques, on observe très fréquemment du chlorure de sodium en abondance. La boue argileuse, chaude ou froide, qui coule des salses en activité, tient en dissolution ledit sel et en même temps du naphte en quantité parfois considérable (presqu'île de Taman, Alat, près la Caspienne, volcan de Kuwn à Java, etc.).

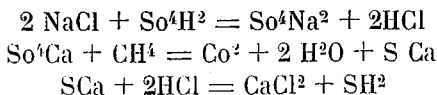
J'ai ajouté bien d'autres exemples dans mon essai de monographie du sel, pour prouver la concomittance des dites substances d'origine si diverse, mais sans avoir proposé aucune explication. Des observations plus récentes m'ont fait penser que ladite explication pourrait se trouver toujours dans le rôle joué par l'argile et dû à son imperméabilité: elle empêche la dissolution des sels et du gypse et la décomposition des matières organiques enfermées dans les roches argileuses.

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 2 novembre 1891.

Pour ce qui concerne le sel gemme, l'on sait qu'il n'est caractéristique d'aucun âge géologique, mais qu'il abonde d'autant plus qu'il est plus protégé par d'épaisses couches argileuses, comme il arrive dans les grands dépôts de Stassfurt et de Wieliczka, dans les marnes bigarrées du Keuper et de divers âges dans la région épigénique de l'Andalousie. Le sel marin est plus abondant dans les terrains secondaires et tertiaires que dans les terrains anciens, parce que dans ceux-ci les argiles ont été transformées souvent en roches schisteuses et fissiles, en subissant des altérations qui ont donné issue aux eaux météoriques.

La même action défensive explique la conservation des substances organiques près du sel ; dans les sédiments perméables, comme les sables, les matières végétales ont généralement disparu à cause de la pénétration de l'oxygène de l'air et elles n'ont laissé que leurs impressions. C'est ainsi qu'à l'air libre les éléments des matières organiques se combinent avec ceux de l'air atmosphérique et forment des gaz et de l'eau, et les plantes mortes disparaissent complètement. La décomposition lente des mêmes matières, effectuée à l'abri de l'air, donne lieu à des produits qui restent parmi les roches (charbons) et à des gaz qui se dégagent en partie mais lentement (acide carbonique, gaz des marais, gaz oléfiant, etc.)

Si, dans un des dépôts souterrains de matière organique, l'air atmosphérique et l'eau ont accès par suite de la formation de fentes, ou par suite de l'érosion des sédiments qui le protègent, les gaz s'échappent et la carbonisation est ainsi hâtée. Si elle a lieu lentement, elle donne naissance très souvent à la formation de combinaisons solides et liquides de carbone et d'hydrogène, comme le pétrole et la naphte. Lorsque le dépôt contient, comme il arrive souvent, du gypse et du sel gemme, sous l'influence de la chaleur produite par les combinaisons chimiques, les acides sulfureux et chlorhydrique se dégagent en même temps que les autres gaz hydrocarbonés et toutes les conditions de l'épigénisme ophitique se trouvent réunies. Je viens d'expliquer tout cet ensemble de phénomènes des volcans de boue de l'Andalousie par la série des réactions suivantes :



En résumé, la concomitance des roches les plus solubles (sel gemme et d'autres sels et gypse) avec la matière organique dans les mêmes gisements ne tient pas à d'autre cause spéciale qu'à

l'abondance fortuite des argiles, lors de la formation des dépôts qui contiennent les dites substances. A l'imperméabilité de l'argile l'on doit la conservation dans ces cas d'un dépôt latent d'énergies qui se manifestent sous forme de volcans de boue ou produisent des phénomènes souterrains d'épigénie, lorsque l'eau et l'air trouvent un passage à travers les roches argileuses qui protègent les sels et les matières fermentescibles.

NOTE SUR UNE CARTE GÉOLOGIQUE DE LA HAUTE
ET BASSE NAVARRE (1),

(Pl. XX)

par M. P.-W. STUART-MENTEATH.

La petite carte géologique ci-jointe pourra servir à mettre en lumière les difficultés et anomalies de la partie la moins étudiée de la chaîne pyrénéenne. En mettant de côté tous les détails qui ne peuvent être introduits dans une carte à petite échelle, je ferai mention seulement des principaux points sur lesquels je me trouve complètement en désaccord avec d'autres observateurs.

1. La forme du massif triasique d'Arrieta est prise au moyen de relevés exécutés pendant le fonçage de près de mille mètres de puits et galeries dans les roches dévoniennes et triasiques de ce massif. Le soi-disant Muschelkalk qui le recouvre est du calcaire cénomaniens fossilifère, passant insensiblement à des couches fossilifères du Turonien, et reposant sur des grès et lignites à *Orbitolina concava* Lamk (ferme de Portugaleta, etc.).

2. Le calcaire des hautes cimes de la frontière (soi-disant cambrien) est également crétacé, reposant sur le Trias, et caractérisé par la présence de petites *exogyres*, *pectens*, et de nombreux articles d'encrines qui se retrouvent dans d'autres gisements crétacés. Il présente d'ailleurs tous les caractères physiques les plus frappants qui caractérisent le Cénomaniens le plus proche, et il est stratigraphiquement relié au Crétacé supérieur de la Haute Navarre.

3. Le Dévonien indiqué à la place du Cambrien, du Silurien, etc., introduits par divers auteurs, est caractérisé par des fossiles suffisants, ainsi que par les relations stratigraphiques des roches de la région.

4. La bande située entre Baigorry et Saint-Michel est silurienne et non pas carbonifère, par la raison qu'elle plonge nettement au-dessous du Dévonien fossilifère, sans renversement, et parce qu'elle présente les caractères physiques du Silurien de la région, complètement différent du Carbonifère.

5. Le bassin de Saint-Jean-Pied-de-Port est figuré comme jurassique, parce qu'il est partout semé de bosses de ce terrain,

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 2 novembre 1891.

bien que le Trias soit très souvent mis à découvert par des dénudations fortuites. Pour la culture, ainsi que pour l'observateur, le Jurassique est toujours en vue. Sur une carte détaillée, le Trias serait caché par les alluvions, et la coloration adoptée a l'avantage de mettre en vue la véritable structure du pays.

6. La bande de Crétacé introduite au sud du même bassin, ainsi que la bande du même terrain indiquée à Esterencuby, est caractérisée par la présence de *Rudistes*, *Nérinées*, *Ostrea*, *Cidaris*, *Pectens*, *Pseudo-diadema*, *Rhynchonella*, *Terebratula*, *Cardium*, *Montlivaultia*, *Thamnastrea*, et d'autres formes qui abondent dans le Crétacé, ainsi que par les caractères physiques, particuliers et spéciaux, présentés par le Cénomanién de la région.

7. Le Lias à l'est de Saint-Esteben est caractérisé par la présence de nombreuses Bélemnites, et le Crétacé inférieur par le calcaire à *Diceras* caractéristique, le tout plongeant au-dessous du Cénomanién.

8. Le Crétacé supérieur, bordant le granite du massif de Hasparren, est caractérisé par le Flysch à fucoïdes ; et le calcaire métamorphisé, en partie pincé dans le massif granitique, n'est en relation avec aucun autre terrain.

La seule confusion possible serait avec le Lias. Ce terrain ressemble souvent au Flysch, et son extension figurée sur la carte de MM. Carez et Vasseur en Guipuzcoa est non-seulement confirmée, mais étendue par suite des fossiles caractéristiques que j'y ai trouvés plus tard.

9. A l'ouest du massif de Hasparren, le terrain métamorphisé au nord d'Ainhoa n'est pas précambrien, ni silurien, mais crétacé ; ceci est démontré par les relations stratigraphiques ainsi que par le fait que les schistes les plus altérés passent insensiblement aux marnes les plus fraîches du Crétacé, circonstance qui se présente d'une façon encore plus claire sur le prolongement de cette même bande crétacée et granitique vers Vera (4).

10. Le Silurien vers Ainhoa est très restreint, et consiste en schistes à sérécite avec un peu de quartzite, recouverts par le Dévonien fossilifère. Le massif de Baigoura à l'est de Bidarray est également dévonien et non pas cambrien, ni précambrien. Un peu de Silurien borde la faille de Louhossoa, très analogue à la faille qui borde au sud le bassin de Saint-Jean.

11. Je n'ai pas distingué le Permien du Trias, car le Permien est

(4) Note préliminaire sur les gisements métallifères des Pyrénées Occidentales. *B. S. G. F.*, t. XIV, p. 591, 1886.

habituellement caché au-dessous du Trias, et, en place, se laisse peu voir. Le poudingue grossier, à éléments de quartz et ciment quartzeux ou gréseux, forme habituellement la limite entre le Trias et le Permien, ce dernier étant caractérisé par une composition plus argileuse et des éléments souvent calcaires. Le Permien passe insensiblement au Carbonifère, qui est souvent également caché. La

Grès rouge triasique.
Direction E. O.
Plongement N. E.



Calcaire dévonien.
Direction N. O.
Plongement N. E.

Trias en discordance sur le Dévonien à mi-chemin entre Arive et Garralda.

photographie ci-jointe, prise entre Arive et Garralda, montre la discordance entre le Trias et la partie supérieure du Dévonien. Le calcaire dévonien, en couches fortement relevées, est bien caractérisé par des polypiers abondants et des *Fenestella* caractéristiques. Le Trias, en couches peu inclinées, qui le recouvre, repose, à quelques centaines de mètres au S.O., sur le Permien et le Carbonifère, avec plantes fossiles caractéristiques. Le Trias, le Permien et le Carbonifère remplissent les irrégularités de surface produites par l'érosion ancienne du Calcaire carbonifère, du Dévonien et du Silurien, et ont par suite une épaisseur qui peut varier depuis quelques centimètres jusqu'au delà de 600 mètres dans la région en question.

12. Le Calcaire carbonifère est relié au Dévonien, dont il partage

les allures stratigraphiques. Il correspond surtout aux *griottes* qui, au nord des Eaux-Bonnes, se présentent nettement à Bagès-Béost, immédiatement au-dessous du calcaire de Jeteu. Les petits relèvements fossilifères des mêmes couches vers Gere-Belesten ne peuvent rien ajouter de nouveau à la série dévonienne. Les quartzites classés tantôt dans le Cambrien, tantôt dans le Carbonifère, aux Aldudes, représentent le Coblencien, et présentent partout des *Spirifer* dans les petites intercalations calcaires. Des calcaires à Orthocères forment la limite entre le Dévonien et le Silurien. Ce dernier consiste surtout en schistes verdâtres avec quelques ardoises et en schistes quartzeux.

13. Le Calcaire dévonien, en y comprenant l'horizon adjoint des griottes, est, par excellence, le calcaire métallifère de la région. Les quantités de galène et de pyrite de cuivre et de fer qu'il présente intimement mélangées dans sa masse, suffiraient à produire, par lixiviation et concentration, des gisements métallifères d'une grande importance. Jusqu'à ces derniers temps, l'industrie minière s'est malheureusement éparpillée sur ces imprégnations au lieu de se concentrer sur les failles indiquées et préparées par la structure compliquée et pourtant reconnaissable de la région.

14. Les relations du granite avec le Crétacé, ainsi que les sources thermales et les filons de fer, galène, cuivre, zinc, bismuth, etc., qui traversent le Crétacé des Pyrénées Occidentales, et les grandes imprégnations de cuivre gris, avec plantes, qui se présentent dans l'Oligocène de la Navarre, prouvent l'origine récente d'une grande partie des richesses métallifères. Les cuivres gris du nord de la Navarre contiennent jusqu'à sept pour cent d'*étain*. L'abondance et la dispersion des métaux rend difficile la recherche de fossiles déterminables.

15. On ne manquera pas de noter que le centre des mouvements orogéniques coïncide avec le *brennpunct* du phénomène ophitique, qui est situé dans un véritable *kessel* de Suess.

16. — Je n'ai pas figuré le détail de la limite entre l'Eocène et le Crétacé de Navarre, sur laquelle M. Mallada a publié des détails importants (1). La carte étant fondée exclusivement sur mes propres observations sur le terrain, je dois dire que j'ai déjà indiqué, il y a longtemps, les motifs et les lacunes des tracés différents que j'ai publiés en 1881 et fournis pour la carte de MM. Carez et Vasseur en

(1) Reconocimiento geologico de la provincia de Navarra, par Don Lucas Mallada. Boletín de la Comision del Musea geologico de España, Madrid, 1882.

1885 (1). Le tracé des failles étant très compliqué dans la région représentée, et nécessitant pour son interprétation la carte détaillée des régions avoisinantes, je le réserve pour la carte générale que je prépare depuis longtemps. L'importance pratique des failles par rapport aux filons métallifères rend désirable un soin exceptionnel. Du reste, on verra des failles notables assez clairement indiquées sur la petite esquisse ci-jointe.

(1) Géologie de la Navarre, Guipuzcoa, et Labourd. *B. S. G. F.*, t. IX, p. 304, 1881.
— Sur la constitution géologique des Pyrénées. *B. S. G. F.*, t. XVI, p. 22, 1887. —
Sur la carte géologique des Basses-Pyrénées. *B. S. G. F.*, t. XVI, p. 184, 1888.

NOTE SUR LES SUBDIVISIONS DES TERRAINS TERTIAIRES
MOYEN ET SUPÉRIEUR EN ALGÉRIE (1),

par M. **PERON**

M. Gauthier, l'un de mes collaborateurs, vient de présenter à la Société le dixième et dernier fascicule de la *Description des Echinides fossiles de l'Algérie*, dont nous poursuivons depuis de longues années la publication avec le concours de M. Cotteau.

Au résumé paléontologique qu'en a donné notre confrère, je voudrais ajouter quelques mots relativement à la stratigraphie des terrains tertiaires, moyen et supérieur, que nous connaissons en Algérie, et expliquer pourquoi nous n'avons pas cru devoir adopter la classification de ces terrains telle que M. Pomel l'a introduite dans ce pays.

C'est à M. Pomel, en effet, que revient le mérite d'avoir débrouillé le chaos de ces formations, d'y avoir reconnu le premier les divisions naturelles, d'avoir indiqué la succession normale des horizons et d'en avoir fait connaître la faune échinologique. Frappé de l'importance de quelques-unes des assises dans certaines localités algériennes, ce savant a, comme vous le savez, adopté des étages spéciaux avec une terminologie propre empruntée à ces localités.

La classification de M. Pomel a été employée par la plupart des auteurs qui se sont occupés des terrains tertiaires de l'Algérie, et en particulier par MM. Delage, Carrière, Ficheur, etc. Ce dernier géologue y a même introduit un terme nouveau qu'il a découvert récemment.

D'après ces auteurs, ou, pour mieux dire, d'après l'école d'Alger, il y aurait ainsi lieu d'admettre en Algérie, dans le terrain miocène, quatre étages : Dellysien, Cartennien, Helvétien, Sahélien.

Au-dessus, vient le terrain pliocène qui, pour quelques-uns des géologues d'Alger, ne comporte qu'un étage, tandis que pour les autres il comporte deux divisions.

L'étage dellysien est encore peu connu. C'est une assise gréseuse, intermédiaire entre l'Éocène supérieur et le Miocène moyen, que M. Ficheur a observée aux environs de Dellys.

Ce savant n'y a pas rencontré de fossiles et, ne pouvant la classer

(1) Communication faite dans la séance du 16 novembre 1891 ; manuscrit remis le même jour.

avec certitude dans aucun étage connu, il a préféré la désigner sous une dénomination nouvelle.

L'emploi ici d'un terme nouveau, quoique justifié par l'incertitude où s'est trouvé l'auteur, ne semble pas cependant indispensable. Ainsi que l'a fait remarquer M. Ficheur, en raison de leur position entre deux limites bien connues, ces grès de Dellys ne peuvent appartenir qu'aux étages tongrien ou aquitanien. Il n'y avait donc, à notre avis, aucun inconvénient à employer au moins provisoirement l'une de ces dénominations ou plus simplement le terme d'étage oligocène.

L'étage cartennien est celui par lequel débute généralement en Afrique le système miocène. Il est indépendant de toute autre formation antérieure et repose indifféremment sur toutes les roches préexistantes, même sur les schistes cristallophylliens.

C'est cet étage qui, en Algérie, de même qu'aux Baléares, en Sardaigne, en Corse, en Espagne, à Malte, etc., renferme le premier grand niveau de Clypéastres, et il présente une très grande analogie avec le Miocène inférieur de ces pays. C'est donc, en réalité, un étage bien connu et non un horizon nouveau ou à caractères spéciaux qu'il soit utile de désigner sous un nom particulier.

M. Pomel, en définissant son étage cartennien (1), disait qu'il ne doutait plus que cet étage ne fût identique à celui nommé Bormidien par Pareto et, en effet, ce dernier nom est parfois accolé, entre parenthèse, par M. Pomel, à celui de Cartennien.

Plus tard, à la suite de la découverte de quelques fossiles analogues à ceux de Léognan, M. Pomel reconnaît (2) que, d'après les classifications en faveur, son Cartennien n'est que du Langhien. C'est là, en effet, la classification qui nous a paru exacte. Elle convient d'autant mieux à notre étage africain que, dans plusieurs localités de l'Algérie, il se présente avec un faciès identique à celui qu'il possède dans les collines des Langhe, dans le Haut-Montferrat.

Toutefois, M. Pomel n'a pu se décider à abandonner le nom de Cartennien, parce que, dit-il, celui-ci a le privilège de l'antériorité. Le savant professeur n'a pas jugé utile de justifier de son droit de priorité. Pour notre compte nous le regrettons, car nous n'avons trouvé aucune publication antérieure à 1869, où cet étage cartennien ait été défini. Or, comme le nom d'étage langhien a été proposé, dès 1865, par le marquis Pareto, nous avons pensé, jusqu'à preuve du contraire, que la priorité lui était acquise. C'est ainsi sans doute que l'ont pensé tous les spécialistes en matière de ter-

(1) Le Sahara, p. 38.

(2) Descript. strat. Algérie, p. 147.

rains tertiaires, car c'est le terme d'étage langhien qui, actuellement, est très généralement employé.

L'étage suivant, reconnu par M. Pomel dans le système miocène, est le groupe *helvétien*. C'est la seule dénomination déjà employée que ce savant ait admise dans sa nomenclature et cependant il a constamment émis la crainte qu'elle ne fût improprement appliquée. Il avait même, par mesure de précaution, proposé le nom d'étage *gontasien* au lieu et place de celui d'étage helvétien, pour le cas où l'on trouverait ce dernier nom impropre.

Cependant, dans ses dernières publications, M. Pomel a complètement abandonné ce terme d'étage gontasien et actuellement le nom d'Helvétien est acquis à un groupe important d'assises du système miocène algérien. Nous ne voyons aucune raison pour ne pas conserver ce nom et nous avons adopté l'étage tel que l'a décrit M. Pomel, tout en faisant certaines réserves au sujet de ses limites et de son extension, car il nous paraît que certaines portions de couches de diverses localités, qui sont classées dans cet étage, pourront bien être reconnues un jour appartenir aux étages inférieur ou supérieur du Miocène.

Avec l'étage sahélien de M. Pomel, nous abordons celle des divisions stratigraphiques de ce savant qui donne lieu aux controverses les plus sérieuses. Cet étage a été institué pour un ensemble de couches un peu hétérogènes que les géologues avaient jusque-là classées dans le Tertiaire supérieur, mais qui, pour M. Pomel, appartiennent toutes encore au système miocène et ont dû se déposer après la formation des rides du système des Baléares. Ces couches constituent en grande partie le Sahel d'Oran et d'Alger, d'où l'étage a pris son nom. Elles correspondent, d'après la définition première du savant professeur d'Alger, au terrain tortonien des géologues italiens, en y comprenant l'étage plaisancien.

Dans ces conditions, le Sahélien ne serait autre que l'étage tortonien, tel que le comprenait le marquis Pareto, et il semble qu'alors M. Pomel eût pu adopter ce dernier nom. Toutefois il y a lieu de faire observer qu'ici encore M. Pomel revendique la priorité pour son nom de Sahélien. Cependant, s'il est possible que cette dénomination ait été employée avant 1865, c'est-à-dire avant l'époque où Pareto a défini son étage tortonien, il est à remarquer que ce même nom avait été, dès 1857, appliqué aussi par M. Mayer aux marnes bleues du Miocène supérieur et nous ne croyons pas que celui de Sahélien fût déjà connu à ce moment.

Mais d'autres critiques plus sérieuses doivent être faites au sujet de la constitution même de l'étage. On sait actuellement

qu'une séparation profonde existe entre les deux termes qui le composent, c'est-à-dire entre le Tortonien proprement dit et le Plaisancien. Tandis que le premier de ces étages reste, pour tous les géologues, rattaché à la période miocène, le deuxième est universellement classé dans la période pliocène. De plus, on sait qu'il existe entre eux toute une série puissante de dépôts intermédiaires qui, eux-mêmes, sont généralement rattachés au Pliocène dont ils forment le terme inférieur.

Cette masse de sédiments intermédiaires, pour laquelle Seguenza avait créé l'étage zancéen, est actuellement plus connue sous le nom d'étage messinien que lui a donné M. Mayer, qui trouvait trop classique le nom proposé par Seguenza. Or, cet étage messinien, très développé en Sicile et dans l'Italie centrale, qui se retrouve en Allemagne, en Belgique, en France, etc., existe également bien caractérisé en Algérie.

C'est même lui qui constitue sur certains points une des formes particulières, l'un des types du Sahélien.

Il est donc impossible de réunir, ainsi que l'avait d'abord conçu M. Pomel, les marnes du Plaisancien avec celles du Tortonien. On entraînerait ainsi dans le Miocène la plus grande partie du Pliocène et on arriverait même à la suppression pure et simple de ce dernier terrain.

Il est vrai que, dans ses récents travaux, le savant professeur a beaucoup restreint l'extension première de son Sahélien. Il en a éliminé, notamment, les grès miocènes à Clypéastres des environs d'Alger, les marnes plaisanciennes et les mollasses astiennes qui, dans le principe, en formaient l'un des principaux types. Le nom resterait donc, actuellement, appliqué seulement aux couches que l'auteur considère comme les représentants du seul étage tortonien, tel que le comprend M. Mayer.

A notre avis, ce large démembrement n'est pas suffisant pour faire disparaître les difficultés. De tous les gisements algériens, considérés ou décrits comme équivalents des marnes de Tortone et classés en conséquence dans le Sahélien par M. Pomel ou par ses disciples, aucun ne paraît en réalité représenter bien nettement le Tortonien.

Nous ne prétendons certes pas ici que ce dernier étage n'existe pas en Algérie. Il serait même assez extraordinaire qu'il n'y existât pas, puisqu'on le trouve aux Baléares, en Sicile, en Andalousie, etc., c'est-à-dire dans toutes les contrées les plus voisines des côtes africaines. Nous voulons dire seulement que, jusqu'ici, son existence ne nous paraît pas nettement démontrée.

M. Delage a rapporté à cet étage certaines couches du Sahel d'Alger, développées surtout à Dély-Brahim, El-Achour, etc., mais, d'après M. Welsch, qui a étudié en détail toutes ces localités, les couches en question, où les fossiles sont extrêmement rares et d'ailleurs indéterminables, ne sont que la partie inférieure du Pliocène plaisancien.

M. Ficheur, dans sa description géologique de la grande Kabylie, a rapporté au Sahélien-Tortonien des marnes grises que nous avons nous-mêmes étudiées dans le bassin du Sebaou sans y rencontrer de fossiles. Plus heureux, M. Ficheur a pu recueillir, mais sur les confins de la Metidja seulement, dans des marnes qu'il considère comme identiques à celles du Sebaou, une faune assez nombreuse sur la détermination de laquelle il s'appuie pour identifier cette assise avec les marnes de Tortone.

Or, cette faune nous a paru pouvoir être interprétée différemment. On y remarque à la vérité quelques espèces du Tortonien (1), mais on peut dire aussi que la presque totalité des espèces se retrouvent dans le Pliocène. Il n'est pas possible d'entrer ici dans l'examen détaillé de cette faune. Aussi ne citerons-nous comme exemple que le genre *Ostrea*. M. Ficheur en mentionne six espèces, les *O. perpiniana*, *lamellosa*, *cochlear*, *Companyoi*, *digitalina*, *cucullata*. Or, de ces six espèces il n'en est pas une qui ne se retrouve dans le Pliocène du Midi de la France. Quelques-unes, comme *O. cucullata*, ne manquent dans aucun des gisements de cette époque et d'autres leur semblent même jusqu'ici spéciales. Dans l'Andalousie, MM. Bertrand et Kilian ont trouvé six espèces d'huîtres dans le Pliocène de cette région et ce sont précisément les six mêmes espèces qu'a citées M. Ficheur.

Nous pourrions faire des observations analogues pour les *Pecten* et pour beaucoup d'autres genres dont toutes les espèces citées impriment à cette faune un cachet pliocène très accentué.

Si maintenant, en dehors des considérations purement paléontologiques, on veut bien comparer la situation stratigraphique du gisement des marnes de Belle-Fontaine, par exemple, qui a fourni une bonne partie des fossiles cités par M. Ficheur, avec celle des

(1) M. Welsch qui, à la réception d'un exemplaire de notre travail, a bien voulu nous envoyer, au sujet du Tertiaire algérien, diverses observations dont la publication serait fort désirable, nous dit avoir montré à plusieurs de nos confrères que le fossile de Djerabat, qui a été cité sous le nom de *Cardita Jouanneti*, n'appartient pas à cette espèce, mais que c'est une petite Cardite qui se trouve dans le Pliocène plaisancien du Sahel d'Alger. Il semble en être de même de celui appelé *Dentalium Bouei*, qui ne serait que le *D. fossile* des marnes bleues plaisanciennes de l'Oued Nador.

marnes plaisanciennes des environs d'Alger, on reconnaîtra que cette situation est parfaitement identique et que les marnes qui, d'un côté de la Metidja, sont plaisanciennes, seraient devenues tortoniennes de l'autre côté, sans aucun autre changement que leur appellation.

Un autre gisement de l'étage tortonien est celui qui a été cité dans les environs de Mascara. C'est M. Mayer qui, ayant pu examiner une série de fossiles recueillis dans cette localité par M. le Dr Bleicher, en a publié la liste et l'a considérée comme suffisante pour indiquer la présence de l'étage tortonien.

Nous ne connaissons pas le gisement en question ; mais, d'après M. Pomel lui-même, dont le témoignage ne saurait être récusé, la continuité stratigraphique des argiles gréseuses qui constituent, chez les Beni-Chougran de Mascara, le niveau fossilifère en question, indique certainement l'âge helvétien des fossiles cités par M. Mayer, lesquels constituent un mélange d'espèces faluniennes et d'espèces tortoniennes.

C'est donc encore, d'après son auteur lui-même, un gisement de l'étage sahélien, qui doit disparaître.

Celui qui s'étend dans les environs d'Oran et dans tout le Dahra, sur la rive droite du Chélif, doit encore, à notre avis, être l'objet d'un classement différent.

Si, en effet, nous examinons les caractères paléontologiques, lithologiques et autres, des couches du ravin d'Oran, du Dahra, du barrage du Sig ou de la ferme d'Arbal, nous voyons que par leurs sédiments remplis de Bryozoaires, de Diatomées, de spicules de spongiaires, par les Mollusques, les Echinides, etc., qu'ils renferment, par leurs marnes schisteuses riches en empreintes de poissons dont plusieurs espèces se retrouvent identiques dans le gisement fameux de Licata, en Sicile, par les masses de gypse qui, sur certains points, y sont interstratifiées, ces couches présentent la plus complète analogie avec celles de l'étage messinien de l'Italie méridionale. Nous pensons donc que ces assises doivent appartenir, au moins en grande partie, à cet étage, et qu'il y a lieu de les considérer comme supérieures au Tortonien.

C'est ainsi que nous avons été amené successivement à classer dans le Pliocène inférieur toutes les assises citées jusqu'ici comme appartenant au Sahélien et sur lesquelles nous avons pu avoir des renseignements précis. Il est fort possible, nous insistons sur ce point, que le véritable horizon des marnes de Tortone soit représenté dans quelques-unes des nombreuses localités que nous ne connaissons pas suffisamment, mais, à ce sujet, nous ne pouvons qu'expri-

mer notre incertitude. En tous cas, quand un gisement bien caractérisé de cet horizon aura été découvert, nous le classerons sous le nom d'étage tortonien et non sous celui d'étage sahélien, ce dernier terme nous paraissant devoir être abandonné.

De ce qui précède, il résulte que nous admettons en Algérie un terrain pliocène bien développé et complet comprenant les étages messinien, plaisancien et astien, et dont presque toutes les assises, surtout celles de l'étage inférieur, sont riches en Echinides.

Quant au terrain pliocène supérieur, c'est une formation constamment indépendante de la précédente et en discordance complète avec elle, aussi bien qu'avec le Quaternaire ancien. Ce Pliocène supérieur se présente sous forme de dépôts continentaux, de dépôts fluvio-lacustres, d'estuaire ou purement marins. Sous cette dernière forme, il est confiné sur quelques points assez restreints du littoral et composé toujours de sédiments grossiers qui, parfois, ont été portés à une altitude assez considérable. Son autonomie, comme formation distincte de toute autre, a été mise en lumière par M. Bleicher et constatée également par MM. Welsch, Ficheur, etc.

Nous pensons que ce dernier terme du terrain tertiaire peut être placé sur le niveau de l'étage saharien inférieur, tel que l'a défini M. Mayer.

En résumé, il résulte de nos recherches que les terrains tertiaires moyen et supérieur de l'Algérie peuvent, sous les réserves exprimées ci-dessus, être classés suivant la nomenclature suivante :

Système miocène	{	Tongrien.
		Langhien.
		Helvétien.
		Tortonien.
Système pliocène	{	Pliocène inférieur (Messinien et Plaisancien-Astien).
		Pliocène supérieur (Saharien inférieur).

En ce qui concerne la composition de chacun de ces étages, leurs divers faciès, leur faune, leur situation stratigraphique et leur répartition géographique, il n'est pas possible d'entrer ici dans aucun détail. Nous ne pouvons que nous référer à notre travail spécial.

NOTE SUR DOUZE COUPES DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES (1),

par M. P.-W. STUART-MENTEATH.

(Pl. XXI).

Les douze coupes ci-jointes présentent plusieurs des dispositions les plus remarquables de la stratigraphie des Pyrénées Occidentales. Elles résument un grand nombre de coupes détaillées, dessinées sur le terrain pendant les dix années écoulées depuis la publication de ma première carte géologique du pays (*B. S. G. F.*, t. IX, p. 304).

N° 1. — Disposition des roches paléozoïques dans la région de Saint-Jean-Pied-de-Port. La coupe (Fig. 2), accompagnant ma première carte, donne la continuation de cette même coupe au Nord du bassin de Saint-Jean. La base du Dévonien est indiquée par un calcaire noir contenant des Orthocères et Encrines. Le Silurien présente des ardoises, exploitées pour toitures; le Dévonien est fossilifère à plusieurs niveaux.

N° 2. — Disposition des couches crétacées autour de Béhérobie, au Sud d'Esterencuby. Ce Crétacé consiste en schistes à fucoides reposant sur des calcaires très fossilifères qui alternent avec des conglomérats grossiers à gros éléments de calcaire, schiste, quartzite, grès et ophite, provenant des roches antérieures. Ce conglomérat crétacé (calcaire de Camarade, de Mignan) est un des traits les plus remarquables du pays, et souvent ressemble beaucoup au conglomérat du Permo-Carbonifère. Dans les coupes n° 5 et n° 10 on voit la disposition de ce même conglomérat sur d'autres points du pays. A Béhérobie, ces roches crétacées sont continues avec le Crétacé représenté dans la coupe 12, car elles tournent en forme de cirque autour du Paléozoïque de Changoa, comme on peut voir dans ma carte géologique de la Navarre, 1881. On peut trouver dans le conglomérat crétacé des blocs fossilifères du Dévonien; et il est probable que dans mes cartes plus détaillées j'aurai occasion d'étendre les limites de cette singulière formation. Ce conglomérat est souvent accompagné de schistes à plantes ressemblant aux schistes analogues du Carbonifère, les plantes étant habituellement indéterminables.

N° 3. — Disposition des roches dans le massif paléozoïque entre

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 16 novembre 1891.

Goizueta et Leiza, passant par les mines d'Ollin, où l'établissement d'un nouveau centre d'exploitation minière m'a permis de compléter l'étude détaillée du pays, déjà poursuivie depuis longtemps autour des établissements de Changoa, Arrieta, Arive et Ainhoa. Les courbes abruptes du Paléozoïque introduisent le Trias dans les situations les plus inattendues, et m'ont fourni des carrières de pierre de taille au milieu des schistes inutilisables qui représentent le Carbonifère, le Dévonien et le Silurien. Le Crétacé supérieur est également, sur d'autres points, introduit par des plissements et pli-failles au milieu du Paléozoïque, et même au milieu du granite, comme le montrent les coupes 5, 6, 7 et 8.

N° 4. — Disposition des filons de granulite et de quartz à Aranaz, au N-E de la coupe 3. Ces filons passent, au N-E et au S-O, à des filons de pegmatite grossière, et d'ophite souvent très porphyritique. Cette disposition et ces mêmes alternances et passages sont très usuels dans le massif paléozoïque de Goizueta et Vera. Les calcaires dévoniens traversés sont métamorphisés en marbre blanc sur les bords des filons, et présentent des minéraux de contact. Ces calcaires contiennent sur leur continuation, à Sumbilla, une riche faune dévonienne (*B. S. G. F.*, t. XVI, p. 410). Le massif paléozoïque de Goizueta et Vera présente partout des filons nombreux d'ophite, reconnaissable au microscope comme parfaitement analogue à l'ophite des terrains secondaires, et la venue de cette ophite paraît certainement contemporaine de la venue du granite de la région — c'est-à-dire, en partie antérieure, en partie postérieure au Cénomaniens. Les conglomérats cénomaniens contiennent des blocs de granite côte à côte avec des blocs d'ophite, et ces mêmes conglomérats sont pénétrés par des filons de granite et d'ophite, notamment à Vera, coupe n° 5.

N° 5. — Ces derniers phénomènes sont représentés dans cette coupe, passant par le sommet de la Rhune, et par le village d'Alzate, à côté de Vera. Les coupes de la Rhune, qui accompagnaient ma première carte (*B. S. G. F.*, t. IX, p. 310) complètent la coupe actuelle. Le calcaire au-dessous d'Alzate contient des fossiles crétacés, notamment le « *Radiolites foliaceus* » parfaitement caractérisé, et n'est pas autre chose que la continuation directe du calcaire à *Caprina adversa* du bassin de Sare. Le conglomérat sur lequel il repose est également continu avec celui qui enveloppe le calcaire à *Caprina adversa*. Ce conglomérat contient des blocs de granite et d'ophite, et il est pénétré par des filons de granite et d'ophite, accompagnés par des gisements de fer oligiste et hématite. A Espelette, un conglomérat analogue présente les mêmes phénomènes, étant situé sur la

même ligne éruptive qui s'étend entre les deux massifs granitiques de la Haya (ou Trois Couronnes) et de Louhossoa et Hasparren. Il est remarquable que dans la Rhune un conglomérat assez semblable, mais permo-carbonifère, est très développé dans le voisinage du conglomérat cénomaniens, ce qui paraît indiquer ici, comme dans la région de Béhérobie, etc., etc., que le régime cotier du Cénomaniens reproduisait le régime cotier du Carbonifère. Près de Béhérobie, le conglomérat cénomaniens contient des blocs d'ophite avec des blocs de porphyre quartzifère.

N^{os} 6 et 7. — Ces coupes représentent, sur la continuation de la même ligne vers Hernani, les diverses phases de l'englobement du calcaire cénomaniens dans le granite. Entre ces deux coupes il y a une portion de terrain où on ne voit plus rien que du granite englobant le calcaire avec quelques mètres de schiste, et ici le calcaire est entièrement métamorphosé en marbre blanc, semblable à celui de Louhossoa. En d'autres endroits, encore comme dans le calcaire de Louhossoa, on trouve des calcschistes presque sans altération. Un peu plus loin que la coupe n^o 7, le calcaire passe au Cénomaniens normal de Guipuzcoa, abondant en fossiles crétacés. Il contient déjà, dans la coupe n^o 7, des polypiers abondants, et à 500 mètres plus loin, il présente les mêmes polypiers accompagnés de *Rudistes*, *Thamnastræa*, *Rhynchonelles*, etc., le tout parfaitement semblable au Cénomaniens de tout le voisinage.

La bande sur laquelle ces coupes sont prises est parallèle à une suite de grandes failles qui se présentent au S.-E., notamment à Zubiéta, Berrueta et Roncevaux. C'est la direction générale des pli-failles de la région, approximativement E.-O. magnétique.

N^o 8. — La coupe représente la continuation de ces mêmes phénomènes à l'Ouest, dans le massif granitique de Louhossoa et Hasparren. Ayant montré sur place, à M. J. Seunes, plusieurs de ces massifs, il les a représentés comme Crétacé supérieur sur sa carte; mais, ne connaissant pas les détails de leurs relations, il les a figurés comme reposant en discordance sur un Précambrien qui n'existe pas. C'est surtout aux environs de Bonloc et de Saint-Estevan que l'on peut apprécier leur véritable situation. J'avais déjà classé ces calcaires dans le Cénomaniens en 1886 (*B. S. G. F.*, t. XIV, p. 592) avant d'avoir fourni, à M. Seunes, sur la demande de MM. Hébert et Munier-Chalmas, la matière de sa thèse sur les Basses-Pyrénées.

N^o 9. — Faille qui met en contact le Crétacé supérieur avec le Carbonifère et le Trias à Ibarre, au Sud de Saint-Just.

N° 10. — Disposition générale du calcaire et du conglomérat crétacés sur la faille entre Saint-Etienne de Baigorry et Saint-Michel, au sud de Saint-Jean-Pied-de-Port. Le Silurien donne des ardoises, le Dévonien est fossilifère, le Crétacé contient les *Rudistes*, etc., cités dans ma dernière note. Le Crétacé est identique avec celui de la coupe n° 2.

N° 11. — Faille d'Oustellégui, entre Baigorry et Bidarray. Un massif isolé de Lias est pincé dans le Trias et séparé du Dévonien par un filon d'ophite accompagnant la faille qui, vers Bidarray, met le Trias seul en contact discordant avec le Dévonien.

Au Nord de Maya, à quelques kilomètres à l'Ouest, une disposition semblable du Lias l'a fait classer dans le Muschelkalk par un géologue très distingué. En général, on peut prendre cette coupe comme type des gisements de soi-disant Muschelkalk des Pyrénées occidentales. On sait que M. Jacquot a largement développé les idées proposées en 1882 par M. Mallada, en ce qui regarde le Muschelkalk.

N° 12. — Coupe générale du Crétacé d'Arive en discordance faible sur le Trias, qui repose en forte discordance sur le Dévonien supérieur, ce dernier étant pénétré par des masses de quartz calcédonique près d'un grand filon de cinabre. Le Cénomaniens, à la base du Crétacé, est rosé et céréux : il est le type du soi-disant Muschelkalk de M. Mallada. Ordinairement peu fossilifère, il est pourtant parfaitement caractérisé par des fossiles. La photographie reproduite à la suite de ma dernière note (1) est prise au point marqué par le signe X.

(1) *B. S. G. F.* 3^e série, T. XIX, p. 991.

COMPLÉMENT D'EXPÉRIENCES
SUR LE RÔLE GÉOLOGIQUE DES GAZ A HAUTE PRESSION (1),

par M. DAUBRÉE.

Depuis la publication de ma note du 16 février dernier sur le *rôle géologique possible des gaz à haute pression* (2), j'ai terminé une série d'expériences que je me bornais alors à annoncer (p. 344), et d'où il résulte que, dans les conditions où je me suis placé, les roches les plus diverses peuvent être poussées par des orifices, à la faveur d'une véritable plasticité, et sous des formes semblables à celles d'un grand nombre de massifs éruptifs.

La matière sur laquelle on voulait exercer une poussée a été disposée sous la forme de rondelles empilées, et substituée au cylindre de roche, dans le logement de l'appareil employé précédemment à l'étude expérimentale des perforations ou *diatrèmes* et des phénomènes connexes. J'ai eu recours au plomb, d'abord seul, puis associé à des roches.

Trente rondelles de plomb de 1^{mm}5 d'épaisseur furent placées dans l'appareil.

L'explosion, qui correspondait à une charge de 0,10, c'est-à-dire à une pression d'environ 1100 atmosphères, ne produisit aucun bruit, ce qui prouvait que les gaz ne s'étaient pas instantanément ouvert une issue. Mais, tout en restant renfermés dans l'éprouvette, sans se manifester au dehors par la moindre fuite, ces gaz produisirent des effets considérables et inattendus, et cela, jusque bien au-delà des limites de la chambre.

La figure 1 montre que ces effets se présentent sous deux formes très distinctes.

A la base du cylindre, du côté de l'intérieur, sur une épaisseur de 26^{mm}, soit environ moitié de la hauteur de la colonne, les rondelles sont restées planes tout en s'écrasant, de manière à se mouler sur les parois du logement. Quelques-unes se sont intimement soudées entre elles.

Pour les rondelles plus rapprochées du canal de fuite, elles ont été déformées d'une manière plus ou moins considérable, d'après l'ordre de chacune d'elles par rapport à l'extérieur. Sous les efforts

(1) Manuscrit déposé dans la séance du 16 novembre 1891.

(2) B. S. G. F. 3^e série, T. XIX, p. 343.

mécaniques des gaz, elles se sont écoulées, à la manière des substances soumises à l'action de la presse hydraulique dans les belles expériences de Tresca. Leurs bords, violemment comprimés, ont fourni de la substance aux parties centrales qui, par suite, se sont épaissies notablement. Si l'on examine successivement les rondelles de plus en plus voisines du dehors, on voit la déformation s'accen-

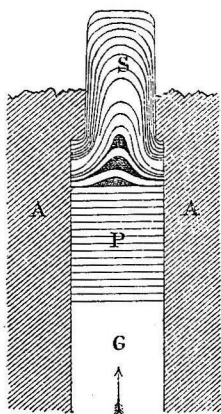


Fig. 1. — Eruption d'une pile de disques métalliques sous l'action expansive de gaz doués d'une haute pression et d'une grande vitesse.

AA. Parois d'acier de l'éprouvette.

G. Chambre de l'éprouvette remplie des gaz comprimés provenant de l'explosion.

P. Série de disques de plomb repoussés sans déformation sensible.

S. Série de disques de plomb repoussés et transformés en calottes emboîtées les unes dans les autres.

La flèche indique le sens du mouvement produit par la pression des gaz.

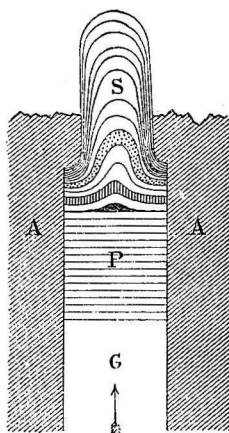


Fig. 2. — Eruption d'une pile de disques métalliques, associés à des disques rocheux, sous l'action expansive de gaz doués d'une haute pression et d'une grande vitesse.

Mêmes lettres que dans la figure ci-contre.

Parmi les calottes emboîtées, celle qu'on a hachée verticalement représente un disque déformé de naphtoschiste tertiaire de Ménat (Puy-de-Dôme) et celle qu'on a pointillée, un disque de marne du gypse des environs de Paris.

tuer : après de légères proéminences à peine sensibles, se montrent des formes conoïdales de plus en plus aigues.

A la suite de ces essais relatifs au plomb employé seul, j'ai voulu me rapprocher davantage des conditions naturelles, en associant au métal des rondelles de matières rocheuses.

Le gypse d'Argenteuil, la marne supra-gypseuse de Pantin, la marne bitumineuse tertiaire de Ménat, coupées en rondelles de 2^{mm} à 5^{mm} d'épaisseur, ont été interposées, de diverses manières, entre les lames de plomb. Comme antérieurement, les gaz sont restés emprisonnés, et l'expérience fût restée tout à fait muette, n'était un

léger cliquetis dû à la mise en tension des pièces mécaniques de l'appareil, ainsi qu'il arrive avec les explosifs rapides.

La charge ne variant pas, les rondelles sont, comme dans l'expérience précédente, restées planes sur environ les deux tiers de la hauteur du cylindre à partir de la base. Sur le dernier tiers, c'est-à-dire du côté extérieur, on voit encore s'accroître les déformations, à mesure qu'on s'approche du dehors. Cependant, au lieu d'un bombement en calottes à peu près sphériques, on a un simple plissement dont l'irrégularité tient probablement à ce que le métal et la roche ont inégalement cédé.

Enfin, dans deux autres expériences où l'on a pris les charges de densité 0,11 et 0,12, c'est-à-dire plus considérables et développant des pressions d'environ 1190 et 1300 atmosphères, les résultats ont été plus réguliers.

Les rondelles de roches se sont écoulées, tout à fait comme celles de plomb. Poussées hors de l'orifice, elles ont pris, comme elles, la forme de protubérances conoïdales de différents degrés d'acuité (fig. 2) et dont la saillie est en rapport avec la pression motrice des gaz (1).

La pression a quelquefois été assez forte (densité 0,15, qui correspond à une pression de près de 1700 atmosphères), pour projeter hors de l'appareil toute la matière en expérience, mais ce cas excepté, les pièces inférieures restent planes, se bornant à transmettre le mouvement énergique qu'elles ont reçu aux pièces qui avoisinent le dehors, à la manière des billes d'ivoire disposées en file, dans l'expérience classique de mécanique.

Ainsi donc, les résultats varient assez notablement selon les circonstances, surtout avec la charge et avec l'ajustement plus ou moins parfait des rondelles.

En résumé, dans un même appareil et suivant les circonstances, les gaz déterminent, soit des perforations, soit des jets de matières solides, auxquelles ils font acquérir une véritable plasticité.

(1) Cette protubérance atteint 36 millimètres.

EXCURSION DANS LES MONTAGNES ROCHEUSES (1),

par M. **Albert GAUDRY.**

Le cinquième Congrès international de géologie vient d'avoir lieu à Washington. Il a été ouvert le 26 septembre, à la Colombian University, par un des vice-présidents, M. Joseph Leconte, le président M. Newberry étant malade. On a choisi pour présidents d'honneur MM. Dana et James Hall, deux vieux savants bien illustres, bien vénérés, qui ont beaucoup contribué à fonder la géologie américaine. MM. S.-F. Emmons et H.-S. Williams ont été les secrétaires généraux. On n'a pas fait de nouvelles réglementations; je pense que la plupart d'entre nous trouveront qu'en cela le Congrès a prudemment agi, car nous devons prendre garde d'entraver notre liberté scientifique. Cinq journées ont été consacrées aux communications et aux discussions. La séance de clôture a eu lieu le 1^{er} septembre et a été suivie d'une course sur le Potomac à la maison de Washington.

La principale attraction du Congrès était l'excursion aux Montagnes Rocheuses. 89 personnes y ont pris part; les deux tiers étaient des savants venus des différents points de l'Europe. Un train spécial est resté tout le temps de l'excursion à notre disposition; lorsqu'il passait devant une localité intéressante, il s'arrêtait; les géologues descendaient armés de leur marteau; puis on remontait, on redescendait plus loin et ainsi de suite.

Nous sommes partis de Washington le 2 septembre (2); nous avons coupé les Appalaches sans nous y arrêter, allant tout droit à Chicago. De Chicago nous avons gagné St-Paul, où M. Winchell nous a montré, sur les bords du Mississippi et du Minnesota, la disposition des dépôts glaciaires et post-glaciaires. Nous avons été aussi à Minneapolis, surnommée la sœur jumelle de St-Paul.

(1) Communication faite dans la séance du 2 novembre 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 4 décembre 1891.

(2) Tous les renseignements géologiques relatifs à notre excursion dans les Montagnes Rocheuses ont été réunis par M. S. F. Emmons dans un excellent travail intitulé : *Cinquième Congrès international des géologues, Guide géologique de l'excursion dans l'Ouest, avec itinéraire de chaque jour et carte de la route*, in-8°, Washington, août 1891.

Ensuite nous nous sommes dirigés vers le N.-O. jusqu'au 47^{me} de latitude ; nous avons traversé les vastes régions que les premiers explorateurs ont appelées les Mauvaises Terres (Bad Lands), parce que les érosions les ont rendues tellement accidentées que leur parcours présente d'incessants obstacles. Ce nom de Mauvaises Terres est appliqué à toute espèce de terrain qui a été démantelé par les érosions, soit aux étages crétacés, le Dakota, le Colorado, le Fox Hills et le Laramie, soit aux étages tertiaires, à l'Eocène et à l'Oligocène. Les Mauvaises Terres, que nous avons traversées dans le Dakota et que nous avons vues bien développées surtout dans la vallée du Missouri, appartiennent à l'étage de Laramie. Il aurait fallu qu'on nous conduisit plus au Sud pour contempler les Mauvaises Terres de l'Oligocène, où l'on a trouvé tant de curieux Mammifères. Le fameux étage de Laramie qui fournit à l'industrie beaucoup de charbon de terre, et qui a offert aux paléontologistes de nombreux Végétaux, des Reptiles étonnants et des Mammifères, a un millier de mètres d'épaisseur, et couvre des espaces immenses le long des Montagnes Rocheuses. Quelque jour, les savants américains, en dépit des obstacles offerts par les Mauvaises Terres, entreprendront la stratigraphie détaillée de l'étage de Laramie, et sans doute y découvriront plusieurs horizons différents de fossiles. Nous y avons vu seulement des arbres silicifiés en place, des traces de coquilles terrestres et des bandes charbonneuses. Les Dinosauriens qui le caractérisent portent à croire qu'il appartient au Crétacé. Dernièrement, lorsqu'on y a rencontré des Mammifères très voisins des formes signalées dans le tertiaire de Reims par M. Lemoine, la première pensée qui devait se présenter à l'esprit, c'est que les Mammifères et les Dinosauriens provenaient de couches différentes. Mais, étant à New-Haven, comme j'exprimai cette opinion, M. Marsh me dit qu'il venait justement de recevoir des paquets renfermant des Mammifères crétacés, qu'il ne les avait pas encore ouverts, et qu'en les déballant avec lui, j'allais certainement voir mélangées dans les mêmes paquets des dents de Mammifères et de Reptiles dinosauriens ; en effet, nous trouvâmes réunies des dents de Mammifères et de Triceratops.

A Cinnabar, nous avons quitté le chemin de fer pour entrer dans le Parc National, au centre des Montagnes Rocheuses. Comme nous étions trop nombreux pour y voyager ensemble, on se partagea en deux bandes sous la direction chacune d'un habile géologue ; l'une fut conduite par M. Hague, l'autre par M. Iddings. Pendant six jours, nous avons visité les curiosités géologiques du Parc National :

les terrasses de travertin de Mammoth Hot Springs, la falaise d'obsidienne, les nombreux geysers dont plusieurs, tels que Old faithful (le vieux fidèle), Excelsior, le Géant, la Grande Fontaine, s'élèvent à des hauteurs considérables, et de toute part déposent des concrétions siliceuses. Le canyon de Yellowstone, si justement vanté, nous a offert un difficile problème : M. Hague nous a montré des deux côtés de sa partie supérieure des dépôts glaciaires qui n'ont pas glissé dans ses escarpements ; nous devons en conclure que le creusement de ce canyon, qui a 300 mètres de profondeur et est ouvert dans des roches très dures de rhyolite, a eu lieu depuis l'époque glaciaire. Or, en Europe, l'époque post-glaciaire nous semble avoir été relativement d'une très courte durée, qui n'est pas comparable au temps immense exigé sans doute par le creusement du canyon de Yellowstone. Il faudrait donc admettre que le retrait des glaciers dont proviennent les blocs apportés avant ce creusement est plus ancien que la dernière époque glaciaire de l'Europe. En tout cas, il ne pourrait pas remonter plus loin que les temps pliocènes, si, comme on le dit, le rhyolite a été formé pendant les temps miocènes.

Après les excursions du Parc National, nous sommes sortis des Montagnes Rocheuses pour aller visiter les mines d'argent, de cuivre et d'or de Butte-City ; il paraît qu'on tire annuellement de ces mines 50 millions de métaux en moyenne.

De Butte-City nous avons été, en suivant à peu près le 113^{me} de longitude, à la ville du Grand-Lac-Salé, la très intéressante capitale des Mormons. M. Gilbert nous a montré que le Grand-Lac-Salé n'est que le reliquat d'un immense bassin qu'on est convenu de désigner sous le nom de lac Bonneville. Ses eaux, bien que très salées, ne sont pas aussi denses que celles de la Mer-Morte, car ceux de nos confrères qui s'y sont baignés pouvaient enfoncer dans l'eau, tandis que je me rappelle encore le singulier effet qui se produit quand on se baigne dans la Mer-Morte ; le corps n'enfoncé pas, il flotte. Nous avons été faire une course au Mont-Wasatch ; mais nous n'y avons vu que le versant occidental qui est en granit, et à mon grand regret nous n'avons visité ni l'étage de Wasatch qui renferme les *Coryphodon*, ni les couches de Green River, ni le fameux gisement de Fort Bridger à *Dinoceras*.

Du Grand-Lac-Salé, nous nous sommes dirigés vers le Sud, et avons longé le bas des escarpements des plateaux crétacés, où les érosions ont produit une succession indéfinie d'étranges découpures qui simulent des tours, des remparts, des châteaux ruinés.

Nous avons retraversé les Montagnes Rocheuses vers le 39^{me}

de latitude, passant par Great-Jonction, par Newcastle, où nous avons vu des exploitations de charbon de terre dans le Crétacé (le Laramie), par Glenwood, jolie ville d'eaux thermales encadrée par les montagnes rouges du Trias et les montagnes grises du Carbonifère et du Silurien; il y a là des jets d'eau chaude qui alimentent une immense piscine placée en plein air. Nous avons passé à Leadville, située à 3175 mètres d'altitude; c'est la ville la plus élevée de l'Amérique du Nord : on prétend que ses mines d'argent et de plomb, avec un peu d'or, produisent en moyenne une somme de 60 millions de francs. Nous avons suivi la Royal Gorge, resserrée entre des murailles de gneiss et d'amphibolites, qui atteignent près de 1000 mètres de hauteur. En sortant de Royal Gorge, nous sommes arrivés à Canyon City; M. Emmons nous a conduits près de là au gisement de Poissons nouvellement découvert dans le Silurien inférieur (horizon de Trenton); les fossiles sont nombreux, mais tellement brisés qu'il a fallu toute l'habileté de M. Walcott pour les déterminer. On nous a montré aussi le prolongement des couches où l'on a trouvé les fameux ossements d'*Atlantosaur*; elles sont placées au-dessous des grès crétacés du Dakota Group, qui concordent avec elles; d'après cela, plusieurs géologues les ont attribuées au Jurassique supérieur, mais M. Cope a pensé qu'on pourrait aussi bien les rapporter au Crétacé inférieur. Nous avons pu admirer, dans le Musée de Canyon City, la grandeur prodigieuse de plusieurs os d'*Atlantosaur*.

Nous avons ensuite été à Manitou, justement célèbre par les curiosités naturelles de ses environs : le Jardin des Dieux, qui en est très proche, présente des rochers isolés, dont quelques-uns ont près de 100 mètres de haut, et auxquels on a donné des noms bizarres : la Tombe des Titans, la Tour de Babel, le Phoque et l'Ours, le Chameau, le Buffle, la Tête de Lion, la Cathédrale, les frères Siamois, la Tortue, etc. ; ce sont des morceaux de tranches verticales de l'étage des grès bigarrés, qui offrent un exemple des vastes phénomènes d'érosions si répandus dans toutes les régions des Montagnes Rocheuses.

De Manitou, un chemin de fer à crémaillère nous a conduits au sommet du Pike's Peak à 4312 mètres d'altitude; cette montée est assurément une des choses les plus étonnantes parmi toutes celles qu'a produites l'audace du génie américain. Les roches du Pike's Peak sont des granites avec veines de pegmatite. Nous n'avons aperçu aucune neige à son sommet; cela provient de la latitude où il se trouve, et aussi de la sécheresse du pays.

A Denver, nous avons laissé les Montagnes Rocheuses. Les

excursionnistes se sont séparés dans cette ville le 21 septembre; les uns ont été au Grand Canyon du Colorado dans l'Arizona; les autres sont revenus à New-York, en passant par les chutes du Niagara.

Nous avons ainsi fait 2500 lieues sur la terre américaine; en ajoutant les deux traversées sur l'Atlantique, cela forme un total de 5500 lieues. Si, dans nos réunions de la Société géologique, il y a une trentaine d'années, on eût parlé d'une semblable excursion, cela eût paru bien extraordinaire. Des habitudes nouvelles s'introduisent dans le monde de la science; il faut nous en réjouir, car les échanges d'idées avec les hommes des différents pays doivent élargir nos esprits. La Société géologique de France, qui, lors de l'Exposition universelle de 1878, a été la première à réaliser l'idée des congrès internationaux de géologie, ne peut manquer d'être heureuse de constater les progrès rendus à la science par ces congrès, et les liens affectueux qu'ils ont établis entre tous les membres de la grande famille des géologues.

Les Montagnes Rocheuses ont un intérêt spécial pour ceux d'entre nous qui s'occupent des vertébrés fossiles. En Europe, la plupart de nos terrains ont été formés sous la mer; aussi c'est surtout avec des Mollusques, des Oursins et d'autres Invertébrés qu'on a établi les classifications géologiques. Il n'en est pas ainsi pour les Montagnes Rocheuses; la paléontologie des Vertébrés y forme une base importante de la stratigraphie. Depuis le jour où Hayden a entrepris ses mémorables explorations, on a appris que, pendant une grande partie des temps postérieurs à l'époque du calcaire carbonifère, l'emplacement des Montagnes Rocheuses est resté à l'état de continent. Sur ce continent, les quadrupèdes ont pu se développer longuement, librement; aussi ils sont devenus nombreux, gigantesques, et, dans leur évolution peu interrompue, ils sont parvenus à une extrême différenciation. Mais, pour que nous puissions espérer de connaître les êtres fossiles, il ne suffit pas d'apprendre qu'ils ont été abondants; il faut surtout que les circonstances nous permettent de découvrir leurs débris enfouis dans les pierres. Or, les érosions immenses qui ont raviné les roches au point de faire imaginer le nom de Montagnes Rocheuses et qui ont formé les Mauvaises Terres, ont mis à nu les débris des êtres fossiles: ainsi les Montagnes Rocheuses offrent une magnifique échappée de vue sur le monde des temps géologiques.

Les paléontologistes américains ont su mettre à profit des conditions si avantageuses. En ce moment les découvertes se pressent plus nombreuses, plus saisissantes que jamais. M. Marsh m'a remis

les dessins des restaurations de quelques fossiles dont la publication va faire suite à ses magnifiques monographies des Odontornithes et des Dinocératidés. Je présente ces dessins à la Société géologique.

Voici d'abord la restauration du *Brontosaurus*. La petitesse de la tête contraste avec la grandeur du corps qui, dit-on, aurait eu 15 mètres de long. L'*Atlantosaurus*, associé avec lui dans le même terrain, était encore plus grand; on a prétendu qu'il avait 24 mètres de long. Même en diminuant ce chiffre, nous pouvons croire que c'est le plus puissant animal qui ait jamais vécu sur les continents. Le squelette de l'Éléphant de Durfort, qui impressionne par ses dimensions tous les visiteurs de notre galerie de Paléontologie, n'a pas 7^m de long., le *Megatherium* a 5^m,30, le Mastodonte de Sansan a 4 mètres.

Voici maintenant la restauration du *Stegosaurus*, nommé ainsi à cause des grandes pièces qu'il porte sur le dos; sa queue est surmontée de fortes épines. Aucune bête actuelle ne peut nous donner une idée d'une telle disposition. Comme chez le *Brontosaurus*, on s'étonne de la petitesse de la tête. M. Marsh a pris le moulage de l'encéphale et celui de la moelle épinière dans la région sacrée; ce dernier est beaucoup plus volumineux; si donc on suppose que l'énergie vitale est en proportion du développement de la substance nerveuse, il faut croire que, chez ces animaux, elle était plus grande dans la partie postérieure du corps que dans la tête. Le *Brontosaurus* et le *Stegosaurus* étaient sans doute très stupides. Ils ont vécu à la fin du Jurassique.

Le *Triceratops* de la fin du Crétacé est plus étrange encore, ainsi que la Société géologique en peut juger par l'essai de restauration que je lui présente. Son nom provient de ce qu'il a trois cornes: une médiane formée par les os nasaux et deux latérales placées au-dessus des yeux comme dans plusieurs Ruminants. La tête a plus de 2 mètres de long. Un os est ajouté à l'intermaxillaire; M. Marsh l'appelle le *rostral*. Il devait y avoir en avant un bec corné comme chez les Oiseaux, et en arrière des dents ainsi que chez la plupart des Reptiles; mais ces dents ont une double racine comme chez les Mammifères. C'est dans sa partie postérieure que le crâne montre le plus de bizarrerie; les os pariétaux et squameux s'amincissent et se prolongent très loin pour constituer une sorte de capuchon au-dessus du cou, dont les premières vertèbres, sans doute immobilisées, se sont ankylosées. Les bords postérieurs du capuchon portent des épines. M. Marsh range le *Triceratops* parmi les Reptiles dinosauriens.

Les Mammifères tertiaires des Montagnes Rocheuses ont aussi offert des singularités. La Société géologique connaît déjà le *Dinoceras* éocène dont M. Marsh a fait une restauration qu'il a donnée au Museum de Paris.

Je présente le dessin d'une restauration du *Brontops* miocène; c'est un animal cornu comme le *Dinoceras*, mais il est très différent du genre éocène.

Je pourrais citer encore d'autres créatures mises en lumière par M. Marsh et les autres savants américains. La collection de M. Cope surtout renferme de nombreux types qui ont donné lieu à de très ingénieuses remarques de cet éminent paléontologiste. On y voit notamment une curieuse série de Reptiles permien trouvés dans le Texas. Il faut espérer que M. Cope sera mis à même d'en publier une monographie qui sera un précieux complément à ses beaux volumes déjà édités par le Geological Survey des Etats-Unis.

Les renseignements que je viens de donner à la Société géologique suffiront sans doute pour montrer l'importance toujours croissante des découvertes des savants américains; ces découvertes, obtenues au prix de grands sacrifices, indiquent une rare énergie chez leurs vaillants auteurs.

OBSERVATIONS A PROPOS D'UNE NOTE DE M. DAUBRÉE (1),

par M. CHAPER.

Dans la séance du 16 février dernier, M. Daubrée a présenté à la Société une note intitulée « Recherches expérimentales sur le rôle » possible des gaz à hautes températures, doués de très fortes » pressions et animés d'un mouvement fort rapide dans divers » phénomènes géologiques. »

Je ne discuterai pas l'intérêt que peuvent présenter, à certains points de vue, les expériences relatées; mes observations ne porteront que sur deux points spéciaux qui me sont personnellement connus : 1^o les cheminées à roche diamantifère de l'Afrique australe; 2^o la nature des « pans. »

Premier point : Les expériences dont il s'agit éclairent-elles, comme le dit l'auteur de la note, l'origine de ces cheminées? Je ne le pense pas, ou plutôt je ne le vois pas. J'estime au contraire que c'est surtout en ce qui concerne ces très singulières perforations de la croûte terrestre superficielle, que les expériences alléguées ont le moins de portée. Non point, bien entendu, que je méconnaisse l'influence qu'ont pu et dû avoir, sur l'émission des matières diamantifères, les gaz et vapeurs comprimés, existant à grande profondeur sous les roches de la surface. L'existence de ces masses de fluides élastiques est un fait si banal, dans toutes les régions volcaniques tout au moins, qu'il n'y a rien à en dire, et les expériences auraient été inutiles, si elles n'avaient eu pour but que d'en fournir une preuve.

Mais nous ne sommes point, en Afrique australe et dans la région des mines de diamant, dans une région *volcanique*, et les roches amenées au jour par les cheminées diamantifères sont d'une nature toute spéciale, et jusqu'à présent unique au monde; néanmoins, pour des raisons sur lesquelles j'insisterai tout à l'heure, l'action de fluides élastiques souterrains me paraît tout aussi nécessaire à admettre dans ce cas que dans celui des volcans. Mais ce qu'il importe de dire, c'est que précisément, dans ce cas particulier, aucune des indications fournies par les expériences ne trouve son application.

Pour être court et clair, le mieux est de rappeler en commen-

(1) Communication faite dans la séance du 16 novembre 1891. Manuscrit remis au Secrétariat le 7 décembre 1891.

çant les caractères de ces cheminées, tels que je les ai déjà exposés en 1880 dans ma « Note sur la région diamantifère de l'Afrique australe », note que MM. Daubrée et Moulle paraissent avoir ignorée.

Rappelons d'abord que l'alignement allégué par M. Moulle (1) est loin d'être assimilable à un alignement filonien, généralement plus ou moins rectiligne, très étroit, mais passant par tous les points en question.

Si l'on veut faire intervenir cette considération d'alignement dans l'exposé de la situation topographique des cheminées diamantifères, il faut ne parler que de l'orientation d'une certaine et large *bande de terrain* comprenant, entre ses deux limites parallèles, tous les points en question, reliés ou non reliés entre eux, suivant l'hypothèse que l'on voudra adopter.

Sur la forme générale des cheminées en elles-mêmes, pas de divergences : ce sont des perforations cylindroïdes, traversant verticalement les terrains sédimentaires ou d'épanchement superposés au réservoir d'où sont sorties les matières de remplissage. Elles sont, comme le dit fort bien M. Moulle, taillées comme à l'emporte-pièce; généralement vers la partie supérieure, les parois cessent d'être verticales, et la boutonnière s'évase un peu; parfois elle est plus ou moins échancrée.

La section horizontale en est presque toujours grossièrement circulaire ou elliptique, plusieurs courbes de cette nature pouvant d'ailleurs se recouper pour former un périmètre d'apparence un peu plus compliquée (voir la mine de Du Toit span).

Les roches encaissantes conservent leurs niveaux tout autour de la boutonnière d'épanchement. Lorsqu'elles sont schisteuses, les tranches de schistes sont relevées, mais cette déviation ne fait sentir son influence qu'à une faible distance : quelques mètres à peine. Lorsqu'elles sont solides et cristallines, la surface en est striée. Dans le premier cas, l'imprégnation magnésienne se fait sentir, mais s'arrête à très peu de distance du remplissage serpentineux.

La surface supérieure des boutonnières d'épanchement se présente toujours sous la forme d'un petit monticule de quelques mètres seulement de hauteur au-dessus des terrains environnants, et à parois très peu déclives.

A la surface, en dehors de l'emprise de la boutonnière, on ne trouve pas de restes appréciables du bouchon chassé par la sortie

(1) Annales des Mines, 1885, 2^e livraison.

des matières diamantifères, et dont celles-ci ont pris la place. On n'y trouve pas non plus les résidus de la désagrégation de celles de ces matières qui auraient pu s'épancher au dehors. Le sol superficiel est identique à celui de toute la contrée environnante.

Le percement du puits d'émission ne s'est, nulle part à ma connaissance, fait en une seule fois. Les éjaculations de matière serpentineuse diamantifère ont été multiples, et parfois *fort nombreuses*, comme j'ai pu le constater en 1879 à la mine de Bultfontein, où le phénomène était admirablement visible.

Les coupes, qui existaient encore à cette époque, montraient également que les produits de ces coulées successives s'étaient épanchés les uns sur les autres, en nappes minces, témoins indiscutables de la grande fluidité de la matière. L'âge relatif de ces éjaculations était coté, d'une part, par l'orientation vers le haut donnée aux matériaux préexistants par ceux qui sortaient ultérieurement, et, d'autre part, par la superposition des épanchements superficiels. On pouvait également constater qu'il paraissait n'y avoir aucune relation entre l'âge relatif des coulées et leur situation plus ou moins centrale ou périphérique.

J'ai montré comment ce fait des émissions et épanchements successifs rendait compte tout naturellement des irrégularités constatées par les premiers mineurs près de la surface (et seulement près de la surface), dans la teneur du minerai au fur et à mesure de l'approfondissement de leurs claims.

L'exploitation a fait reconnaître à l'intérieur de la matière serpentineuse des masses parfois énormes de « *floating reef*. » Les « *diggers* » ont désigné sous ce nom les blocs rocheux arrachés aux parois de la boutonnière d'épanchement, et noyés dans la pâte serpentineuse. D'une façon générale on peut dire que les grosses masses de *floating reef* sont dans les régions voisines de la surface des puits diamantifères ; mais ils se rencontrent aussi bien au centre qu'à la périphérie.

Il y aurait encore bien des détails à mentionner : les retraits constatés dans la pâte diamantifère et donnant lieu à des fentes traversant plusieurs coulées juxtaposées ; l'enduit de matière blanchâtre talqueuse ou calcaire, qui sépare généralement la matière diamantifère des parois de la boutonnière ; l'imprégnation de tous les fragments de schistes par le silicate de magnésie ; le même revêtement de carbonate de chaux entourant tous les diamants à l'exclusion des autres matières cristallines contenues dans la pâte, etc.

Tous ces petits faits ont leur importance et restreignent le champ des hypothèses admissibles.

J'ai fortement insisté, dans ma brochure de 1880, sur l'une des principales conséquences qui découlaient des faits précités : sur la basse température à laquelle étaient sorties les matières. Cinq ans plus tard, la même conclusion est énoncée par M. Moulle.

Sous ce rapport déjà, il y a, non pas analogie, mais contraste flagrant, entre les fissures des expériences et les perforations de l'Afrique australe.

Notons en passant que les gaz, qui pouvaient et devaient certainement être le principal, sinon le seul agent de l'expulsion des matières diamantifères, puisqu'il n'y avait pas de fracture longitudinale, étaient d'une nature essentiellement différente de celle des gaz qui jouent le même rôle dans les phénomènes volcaniques.

Si la température et la nature de ces gaz n'offraient rien d'analogue, le mode d'action en était aussi tout à fait différent. Des faits précités et de l'examen des mines, on retire la parfaite conviction que ces émissions de matières fluides n'avaient point le caractère tumultueux des éruptions volcaniques. Ce ne sont point les gaz qui ont ouvert et agrandi les événements et entraîné à leur suite les boues liquides ; celles-ci, sous l'influence d'une sous-pression, ont percé l'écorce superposée, en profitant probablement de points de moindre résistance, et se sont librement épanchées au dehors. Ce sont les cailloux et les fragments de roches dures, en mouvement lent, qui ont strié les roches dures perforées ; c'est la pâte fluide qui a agrandi les boutonnières, redressé les schistes au voisinage, et orienté les matériaux des précédentes coulées. Un agent non élastique est seul capable de maintenir l'identité de diamètre de la cheminée en traversant les roches les plus tendres et les plus fissiles superposées aux roches les plus dures, et d'orienter régulièrement le mélange de matériaux durs, noyés dans une pâte tendre, comme on le voit le long des parois des coulées contiguës. Des cailloux durs, projetés avec violence par un courant gazeux, auraient eu une toute autre action : les bords des ouvertures auraient été nécessairement corrodés et même en partie détruits ; or, rien ne ressemble moins à un cratère que l'orifice de sortie d'une colonne de matières diamantifères.

Que d'ailleurs les gaz sous pression, qui se trouvaient en communication avec le réservoir des matières liquides expulsées, soient eux-mêmes venus au jour de temps en temps, cela est fort naturel, et je l'admets sans difficulté ; mais, je le répète, c'était là un accident et non la loi du phénomène.

Les émissions des boues diamantifères ont d'ailleurs, à la nature près du produit rejeté, des analogues dans la nature : ce sont les projections de pétrole amenées parfois par les sondages.

On se souvient de celle qui se produisit à Bakou en août 1887. On approfondissait un puits dont la production baissait, lorsque tout d'un coup l'appareil de sondage fut violemment projeté, entraînant les poulies de suspension, les chaînes, le chevalement lui-même. La colonne de liquide, m'a dit un ingénieur, témoin oculaire, s'élevait à une hauteur de 100 mètres. Ce fut tout d'abord de l'eau, puis, au bout de très peu de temps, du pétrole et du sable. On fit de vains efforts pour s'opposer à ce jet de liquide, qui avait le double inconvénient de perdre un produit utile, et de répandre tout autour du trou de sortie des masses de sable fin qui englobaient tout aux alentours. On construisit des plates-formes, sur lesquelles on tenta de faire glisser des assemblages de vieux rails surchargés de pièces de fonte et d'obstruer ainsi l'orifice : Les métaux étaient coupés au fur et à mesure de leur avancement par le sable projeté.

Le même ingénieur évalue à 24,000 m. c. la quantité de sable répandue sur le sol.

L'intensité du phénomène alla en décroissant depuis le mois d'août jusqu'au milieu d'octobre, où le pétrole cessa de jaillir.

Cet exemple suffit et me dispense d'en citer d'autres. Ici nous trouvons de sérieuses analogies avec les éjaculations diamantifères. Les gaz avec lesquels le pétrole du réservoir souterrain est en communication sont à basse température : ce sont des gaz carburés, comme il est à peu près certain que l'étaient ceux des mines de diamant ; les matières expulsées étant plus fluides que ne paraissent l'avoir été celles des cheminées diamantifères, elles s'élèvent plus haut, mais la sortie n'en est pas rendue tumultueuse par un mélange de gaz, et l'allure du phénomène a été parfaitement régulière. Aussi les caractères des canaux d'expulsion sont-ils les mêmes.

Il me reste à montrer maintenant que les pressions, sous l'influence desquelles s'est produite la perforation de l'écorce terrestre superficielle en Afrique australe, sont d'un ordre tout à fait différent de celles qui ont été réalisées dans les expériences de M. Daubrée. Dans celles-ci, les pressions ont varié de 1100 à 1700 atmosphères.

Or, a priori, il nous est déjà difficile de nous figurer de pareilles tensions existant dans le sein de la croûte terrestre sans qu'elles soient accompagnées d'une très notable élévation de température, tant nous avons l'habitude de voir une relation intime entre ces

deux conditions. Examinons quelle serait l'épaisseur de la portion de croûte terrestre, dont le poids équilibrerait une tension de 1,400 atmosphères. Si nous admettons une densité moyenne de 2,75 pour celle des roches, cela nous conduirait à une profondeur de 5,250 mètres environ ; quant à la température à cette profondeur, nul ne la connaît : il est probable, d'ailleurs, qu'elle varie beaucoup suivant les circonstances ; mais il n'importe ici.

D'après M. Moulle (p. 249), la cheminée de Kimberley traverse, de haut en bas, jusqu'au-dessous de la grande coulée de « Hard rock » 134 mètres de terrains divers ; au-dessous de ceux-ci, elle devrait traverser encore des schistes noirs puissants, des grès argilo-calcaires, des argiles de diverses couleurs, des schistes métamorphiques, etc., toutes roches dont les fragments plus ou moins roulés existent dans le magma serpentineux. A la base de ces terrains sédimentaires, on rencontrerait le granite. J'ai moi-même signalé, dès 1880, l'absence du granite et du quartzite dans les cailloux et graviers résidus du lavage. M. Moulle cite cependant une cheminée où le granite est abondant. Mais, d'une façon générale, on peut affirmer que le réservoir de la matière diamantifère n'est pas inférieur au granite, sans quoi les fragments de cette matière se rencontreraient comme tous autres dans les produits de l'émission. L'exception précitée doit certainement tenir à une disposition accidentelle du granite dans la profondeur. M. Moulle estime que le niveau du granite sous Kimberley est d'environ 800 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui conduirait à donner une épaisseur approximative de 166 mètres aux terrains sédimentaires compris entre la surface inférieure du « Hard rock » de Kimberley et la surface supérieure du granite. Ces chiffres sont tout à fait vraisemblables.

En faisant le calcul, dans les mêmes conditions que ci-dessus, on arrive à reconnaître que la surcharge des 300 mètres de terrains superposés au granite équilibrerait une pression d'environ 80 atmosphères. En s'en tenant donc aux hypothèses rendues probables par la concordance qu'elles présentent avec les faits connus, la mise en communication du réservoir des matières serpentineuses avec un gaz souterrain ayant une tension de 100 à 120 atmosphères suffirait amplement à expliquer la sortie de ces matières par quelques fissures préexistantes qui, naturellement, se seraient trouvées agrandies et « alésées » par le passage de ce mélange contenant des éléments durs. Si l'on suppose que la production des gaz susdits ne soit pas suffisante pour remplacer immédiatement le cube des matières expulsées, tant pâteuses que gazeuses, on

aura l'explication bien simple des éjaculations successives. Tout cela, on le voit, s'écarte autant que possible des conditions des expériences de M. Daubrée qui ne me paraissent pas jeter un jour quelconque sur la formation des cheminées diamantifères de l'Afrique australe. La disproportion même des échelles des phénomènes pouvait le faire supposer ; l'analyse des phénomènes en eux-mêmes, faite sans parti pris, le démontre.

L'auteur semble s'être laissé trop facilement aller à l'emploi d'un mode de raisonnement, très critiquable à mon avis, et dont je lui emprunte l'énoncé. Après avoir rappelé lui-même (page 327) que, dans ces expériences, l'explosion qui détermine les érosions a eu une durée de quelques cent-millièmes ou quelques dix-millièmes de seconde, il conclut ainsi : « Rien n'empêche de supposer que » dans la nature, où les réservoirs d'accumulation pouvaient être » gigantesques, elles ont été beaucoup moins courtes et par conséquent ont pu produire des résultats tout autrement considérables ». Assurément, mais le grave défaut de pareils raisonnements c'est qu'ils peuvent se retourner en offrant des chances de probabilité beaucoup plus grandes ou tout au moins égales. Je ne crois pas que personne en veuille risquer l'application à ses frais dans un ordre d'idées industriel, par exemple dans une affaire de mines.

Que le nom de diatrème remplace donc, si l'on veut, ceux de perforation, cheminée, évent, boutonnière, etc., auxquels nous étions accoutumés, je n'y vois aucun mal, à condition qu'il soit bien entendu que cette nouvelle appellation ne préjuge en aucune façon le mode de perforation.

Deuxième point : *Nature des « Pans »*.

Dans son séjour aux mines de diamant, M. Moule fut frappé d'un fait qui saute aux yeux les moins prévenus, c'est que la surface du grand plateau de Karoo est accidentée d'une grande quantité de dépressions sans exutoires pour les eaux pluviales qui s'y réunissent. Je ne serais pas tout à fait d'accord avec lui lorsqu'il énonce que ces « pans existent surtout dans la partie avoisinant les mines de diamants. » Ils sont, d'après ma propre observation, répandus sur une très vaste surface ; et je ne suis pas non plus d'accord avec lui lorsqu'il leur attribue des dimensions analogues, *sauf de rares exceptions*, à celles des mamelons diamantifères. A courte distance de Kimberley, on peut se convaincre qu'il y en a de très grands. Quant à la forme, elle en est, naturellement, plus ou moins circulaire ou elliptique : c'est-à-dire qu'elle est en général celle de tout bassin fermé.

« Nous avons été amenés à penser, dit-il, que tous les *pans* de » l'Afrique du Sud, ou presque tous, correspondent à des che- » minées analogues aux cheminées diamantifères. Les mines de » diamant seraient des cheminées où la roche diamantifère aurait » débordé; les *pans* correspondraient à des cheminées où les » coulées diamantifères n'auraient pas atteint le niveau du sol; et » plus loin : Les cheminées non remplies jusqu'en haut par les » coulées de minerais l'auraient été postérieurement par les eaux » apportant des boues et des débris de roches jusqu'à une certaine » limite correspondant à la dépression actuelle du *pan*.

» Le *pan* serait donc le correspondant et l'inverse à la fois de la » *Kopje*.

« Nous n'avons malheureusement pu vérifier ce fait par aucun » sondage, nous ne donnons pas cette explication comme certaine, » mais seulement comme la seule logique pour expliquer cette » formation des *pans* si particuliers à l'Afrique du Sud. Le fond » des nombreux *pans*, que nous avons pu examiner, s'est toujours » montré comme formé d'un calcaire tufacé moderne ou d'une » boue argileuse » (p. p. 267-268).

Je n'avais pas jugé utile de discuter ces assertions au moment de l'apparition du mémoire de M. Moulle. C'était sous sa propre responsabilité que l'auteur émettait ces hypothèses, et je ne supposais pas que personne pût se les approprier pour en déduire des conséquences, sans une vérification sur place.

Mais aujourd'hui M. Daubrée les reprend, et, supprimant les réserves, déjà si insuffisantes, de M. Moulle, se les approprie comme des faits acquis venant à l'appui de sa thèse. « Dans d'autres » cas très nombreux l'affleurement s'est signalé par une dépres- » sion, désignée par les Boers sous le nom expressif de *pans* (poêle » à frire) »; et plus loin : « Tous les *pans* paraissent correspondre à » des canaux verticaux analogues aux cheminées diamantifères. »

Il me semble légitime et nécessaire de m'élever contre de pareilles assertions qui pourraient bien, le cas échéant, entraîner de très fâcheuses conséquences.

Rappelons d'abord que ni moi en 1880, ni M. Moulle en 1885, ni personne autre depuis, à ma connaissance, n'a rencontré de diamant dans le fond d'un *pan*. Et cependant il y en avait un spécialement qui eût dû offrir sous ce rapport un ensemble de conditions vraiment exceptionnelles : « le *Du Toit's pan*, » situé précisément entre la « *Du Toit's pan mine* » et la « *Bultfontein mine*. » On y a en effet cherché, non point en vertu de l'hypothèse de M. Moulle, mais parce qu'on supposait que des terres délayées de la surface des deux

kopjes voisines pouvaient y avoir été entraînées avec leurs diamants. On n'y a rien trouvé; ce dont, en vérité, on peut presque s'étonner.

Examinons maintenant d'un peu plus près ce que vaut en elle-même cette hypothèse. « Les *pans* correspondraient à des cheminées » où les coulées diamantifères n'auraient pas atteint le niveau du » sol. » Mais qu'est-il besoin que la coulée diamantifère atteigne ou dépasse le niveau du sol? Nous ne sommes pas, que je sache, en présence d'une cheminée vide, d'un trou béant jusqu'à la profondeur du granite et même plus. Est-ce que, dès que le mouvement d'ascension a commencé, le « bouchon » de roches superposées ne trahit pas ce mouvement à la surface? Il a au moins 300 mètres d'épaisseur; il faut bien loger quelque part ces 300 mètres ou la partie qui en est sortie. Et l'on pourrait supposer et admettre qu'un phénomène de succion, succédant à la poussée, ferait rentrer tout ce qui serait sorti, au-dessous même du niveau primitif! Et tandis que, dans la *kopje* voisine, tout se serait extravasé, dans le *pan*, chacune des multiples poussées aurait été suivie d'une succion!

Il ne me paraît pas qu'il y ait lieu de discuter davantage sur ce point. Je me borne à dire que je ne partage pas l'opinion de M. Moulle, qui donne son hypothèse « comme la seule qui soit » logique pour expliquer la formation des *pans*. »

Une pareille théorie, surtout avec l'aggravation qu'y ajoute encore M. Daubrée, conduirait tout simplement à faire considérer l'immense plateau de Karoo comme une vaste écumoire (qu'on me passe le mot), dont tous les trous (quelques-uns ont plusieurs kilomètres de diamètre) auraient été perforés par des gaz à haute pression, accompagnés de matières diamantifères, après quoi matières de remplissage et roches arrachées se seraient résorbées à l'intérieur. Il n'y aurait à ce phénomène général qu'une quinzaine ou une vingtaine d'exceptions constituées par les *kopjes* actuellement connues, et dont les dimensions sont si restreintes.

Cette énonciation valait assurément la peine d'être appuyée d'un commencement de preuve, et M. Moulle reconnaît avec sincérité qu'il n'en peut produire aucun.

Il est plus simple d'avouer que jusqu'à présent nous ne connaissons pas la cause de la singulière configuration superficielle de cette région et de continuer à chercher. Mais il y a encore bien d'autres choses que nous ne savons pas en ce qui touche à ce sujet, et notamment l'âge de ces perforations. Combien de temps s'est-il écoulé et que s'est-il passé à la surface du Karoo depuis son émergence jusqu'à l'apparition des éjaculations diamantifères, et depuis cette époque

jusqu'à nos jours? Y a-t-il eu des érosions? et lesquelles? Nous n'en savons rien encore.

Mais la contrée est aujourd'hui largement ouverte; l'accès en est facile; nous avons donc toutes raisons d'espérer qu'un avenir prochain nous apportera, non plus des hypothèses, mais des faits observés sur place éclairant ce qui nous paraît encore inexplicable.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE L'AQUEDUC DE DÉRIVATION
VERS PARIS, DES SOURCES DE LA VALLÉE D'AVRE (1),

par M. G. RAMOND.

Pl. XXII.

On sait qu'une loi, récemment votée par le Parlement, a autorisé la Ville de Paris à procéder au captage d'un groupe de sources situées près de Verneuil (Eure), et à la dérivation de ces sources vers la capitale.

Les travaux ont été commencés le printemps dernier (2), et ils sont menés avec une très grande activité.

L'étude géologique *détaillée* du tracé — entreprise sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique —, fera l'objet d'une note ultérieure lorsque les terrassements seront complètement terminés. Mais, dès maintenant, il est possible d'indiquer sommairement les terrains que traverse la nouvelle dérivation.

L'aqueduc principal, *de plus de 100 kilomètres* de longueur, a son point d'origine près du confluent de la petite rivière de la *Vigne* avec l'*Avre* (cote 146^m); il reçoit par deux aqueducs de prise d'eau, d'une part, le groupe des sources de la *Vigne* (dites *fontaines* du *Nouvet*, d'*Érigny*, des *Graviers*, des *Foisy*); d'autre part, la *fontaine* du *Breuil*, dans la vallée d'Avre, en aval de Verneuil.

(1) Communication faite dans la séance du 7 Décembre 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) Le haut personnel qui dirige ces travaux se compose de MM. Alphand, Humblot, Bienvenue, Legouéz, Geslain et Renaud.

Le débit totalisé de ces différentes sources est d'au moins 100000 mètres cubes par 24 heures, à l'étiage; la température moyenne de l'eau est de 10° C; son degré hydrotimétrique est de 18°. Cette eau est d'une grande pureté; elle ne renferme que 0,7 millig. de matières organiques par litre, d'après les analyses de M. Lévy, de l'Observatoire de Montsouris; l'examen microscopique n'a décelé la présence que de 404 *bactéries inoffensives* par cent. cube (d'après M. Miquel, du même établissement).

TRACÉ DE LA DÉRIVATION DANS L'EURE ET L'EURE-ET-LOIR.

Le tracé se maintient d'abord sur la rive droite de l'Avre pendant 4 kilomètres; il évite la boucle de Montigny-sur-Avre par un souterrain creusé dans la *Craie*, surmontée par l'*Argile à silex* et l'*Argile plastique*, puis il s'engage bientôt dans un deuxième souterrain de 4 kil. de longueur, également creusé dans les mêmes assises et dont l'extrémité d'aval est, à flanc de coteau, sur la R. G. de la *Meuvette*, près de la Chapelle-du-Gué. Cette petite rivière, qui coule sur la *Craie*, est franchie sur arcades. Le tracé se poursuit sur la R. D. de la *Meuvette*, tantôt en tranchée, tantôt en tunnel; près de Badainville, commence un nouveau souterrain, de 4 kil. environ, tout entier dans la craie, sur le territoire des communes de Dampierre-sur-Avre et de Saint-Lubin-des-Joncherets (près de Nonancourt); il est suivi d'une tranchée de même longueur; le vallon du Crampot est franchi en conduite forcée ou *siphon*. Au-delà, une longue tranchée sur les territoires de Saint-Rémy-sur-Avre, Vert-en-Drouais et Louvilliers, est suivie d'un siphon pour le passage de la vallée de l'*Arche*, dans la craie surmontée de l'argile plastique et de terrains remaniés. L'*Argile à silex*, l'*Argile plastique* et les *Limons* quaternaires occupent de vastes surfaces sur tous les plateaux des départements de l'Eure et d'Eure-et-Loir.

Les dépôts de pente, à flanc de coteau, et les alluvions anciennes et récentes ont parfois une puissance considérable, surtout dans la vallée de l'Eure, qui est franchie en siphon par l'aqueduc; le tracé, entre les vallées de l'*Arche* et de l'Eure, sur le territoire de Dreux, au nord de la ville, est en tranchée peu profonde.

Au delà de l'Eure, le tracé coupe la partie méridionale de la Forêt de Dreux, pendant trois kilom. environ.

C'est vers ce point que l'on commence à entamer les terrains tertiaires normaux; l'*Argile plastique* était activement exploitée sur le territoire d'Abondant, il y a encore peu d'années.

Dans cette région, étudiée par Hébert, dès 1863 (1), on constate la présence de véritables *argiles à silex* au-dessous de l'argile plastique et des sables quartzeux qui supportent cette argile. Sur le plateau de la Forêt de Dreux, l'argile à silex est *au-dessous* d'un sable blanc fin que l'on peut suivre de ce point jusqu'à Courville. L'argile plastique supporte elle-même un niveau de sables grossiers; par conséquent, elle est comprise entre deux horizons siliceux, qui peuvent être considérés comme faisant partie intégrante de cette assise.

Hébert a donné une coupe prise près du hameau de Fermincourt, où la succession indiquée ci-dessus serait particulièrement nette (2).

Rien n'est d'ailleurs plus difficile que d'indiquer avec précision l'ordre de superposition de ces dépôts, très variés, et qui se présentent fréquemment sous forme de poches. L'étude complète de cet intéressant sujet fera l'objet d'une note ultérieure.

M. G. Dollfus a appelé mon attention sur les particularités des coupes observées sur le territoire d'Abondant et de Bù-la-Vieille-Eglise (3). D'après lui, on y voit les *Sables de Fontainebleau*, effondrés dans des poches d'altération de la *Craie*.

Après avoir traversé le territoire des communes de Saint-Lubin-de-la-Haye et de Goussainville, l'aqueduc franchit en siphon la vallée de la *Vesgre*, creusée dans la *Craie*. Cette petite rivière sert, en ce point, de limite entre les départements d'Eure-et-Loir et de Seine-et-Oise.

TRACÉ DE LA DÉRIVATION DANS SEINE-ET-OISE.

L'étude géologique du tracé, dans le département de Seine-et-Oise, offre beaucoup plus d'intérêt que dans ceux d'Eure et d'Eure-et-Loir.

Le tracé recoupe successivement toutes les assises parisiennes depuis la *Craie* à *Micraster vor-anguinum* jusqu'aux *Meulières de Beauce* et aux *Limons des plateaux* (qui sont traversés par les puits d'extraction).

(1) Voir *B. S. G. F.*, 2^{me} série, Tome XXI, p. 69 (1863).

(2) *Loc. cit.*

(3) Sur la demande de l'Administration municipale, M. G. Dollfus avait été appelé, en 1887, à faire une étude des sondages effectués sur le tracé de la dérivation. Les résultats de ce travail préliminaire, qui avait pour but de déterminer la nature des terrains dans lesquels devait se maintenir la galerie d'adduction des eaux de la *Vallée d'Avre*, ont été consignés dans un carnet de notes, très intéressant, que j'ai eu entre les mains, et résumés dans un *profil géologique* provisoire, inédit, pour la partie du tracé comprise dans le département de Seine-et-Oise.

Grâce aux facilités et aux nombreux renseignements qu'a bien voulu me fournir M. l'Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, R. Legouéz, que je tiens à remercier ici d'une manière toute spéciale, l'étude du tracé de l'aqueduc dans Seine-et-Oise m'a donné l'occasion d'observations intéressant la géologie du centre du Bassin parisien.

Non seulement un grand nombre d'échantillons ont été recueillis le long du tracé en des points *exactement cotés*, mais la succession des assises, dans les puits des souterrains, a été notée avec soin.

Il sera donc possible d'établir un *profil géologique* définitif, très détaillé, de cette section de l'aqueduc.

Je résume ci-après les faits principaux que met en lumière cette longue coupe de 50 kilomètres environ, dans Seine-et-Oise.

A l'Est de la vallée de la Vesgre, le tracé se maintient sur le territoire des communes de Houdan, de Richebourg, de Tacoignières et d'Orgerus.

Le *Calcaire grossier* repose directement sur la *Craie*; son sommet dépasse 120 mètres.

Le « souterrain de Tacoignières » est creusé tout entier dans les *Marnes supra-gypseuses* (marnes vertes et marnes bleu-verdâtre); les puits d'extraction ont traversé les *Meulières de Brie*, caillasseuses, en petits bancs discontinus, noyés dans l'argile. Un puits absorbant a atteint à sa base le sommet du *Calcaire grossier*.

Les points les plus élevés du seuil de Richebourg (cote 142^m) sont couverts par les *Sables micacés supérieurs*, surmontés de débris d'argiles à meulières et de limons.

Cette constitution générale de la région avait été indiquée par de Sénarmont, dès 1844 (1).

Sur les territoires de Béhoust, de Flexanville et de Villiers-le-Mahieu, les tranchées montrent le contact, plus ou moins ondulé, des *Marnes vertes* et des *Meulières de Brie*. Par places, on trouve des blocs arrondis de grès des *Sables supérieurs* noyés dans des limons, des galets et d'autres dépôts remaniés.

Dans les bois d'Autouillet, les sondages ont traversé les *Marnes à Ostrea longirostris* (cote 120^m environ); le souterrain, sous le parc de la localité, se maintient dans les *Meulières de Brie* et les marnes vertes supra-gypseuses. Les eaux sont abondantes dans toute la région, et elles ont été une cause de difficultés pour l'établissement de la galerie de dérivation (2).

(1) Voir : *Essai d'une description géologique du Département de Seine-et-Oise*.

(2) La Feuille *Evreux*, n° 47, au $\frac{1}{80000}$, devra subir, lors d'une nouvelle édition, d'importantes modifications, entre Tacoignières, Autouillet, Montfort-l'Amaury, Neauphle-le-Château, etc.

L'aqueduc se dirige vers la vallée de la *Mauldre*, par les communes de Saulx-Marchais — où Huot, dès 1837, a signalé une bonne coupe dans les *Marnes à huîtres* (1) —, de Beynes, en passant par la *Ferme de l'Orme*, localité bien connue du Calcaire grossier supérieur et moyen et la Ferme de la Chapelle, au pied de la vallée, où il se maintient dans les argiles limoneuses à silex. Les terrassements, encore peu avancés sur ce point, ne m'ont pas fourni de renseignements particulièrement nouveaux. On sait combien a été déjà étudiée en détail cette terre classique de la géologie parisienne (2).

La *Craie*, dans laquelle est creusée la vallée de la *Mauldre*, atteint la cote 120^m sur les coteaux de la R. D., que dominent les Bois de Sainte-Apolline et la petite ville de Neauphle-le-Château.

Le *Calcaire grossier* repose, soit directement sur la *Craie*, soit sur des lambeaux d'*Argile plastique*. Cette disposition est visible dans la tranchée, bien souvent explorée, du chemin de fer de Granville, sur le territoire de la commune de Villiers-Saint-Frédéric, et qui a fourni de si nombreux fossiles dans un parfait état de conservation.

L'aqueduc passe un peu au nord de la tranchée du chemin de fer; il coupe la ligne normalement, en siphon; sur le territoire de Saint-Germain-la-Grange, le tracé suit la courbe de niveau 120^m; la galerie, établie en tranchée, repose sur la *Craie*; par places, on recoupe des lambeaux de *Calcaire grossier*, d'*Argile plastique*, de *Sables micacés* (d'âge incertain).

Le vallon du *Rû-Mal-Droit*, sur la commune de Plaisir, est franchi par un siphon. La tête amont est dans des sables limoneux et argileux, reposant sur la *Craie*; la tête aval est dans le *Calcaire grossier* glauconieux, très fossilifère. On y recueille la faune de la partie moyenne de la falunière de *Grignon*, qui n'est, d'ailleurs, distante de ce point que de 3 kilomètres environ.

Le « souterrain des Clayes » est établi tout entier dans le *Calcaire grossier*. La chute des couches de l'ouest à l'est est très accentuée. Les puits d'extraction ont traversé les divers niveaux du *Calcaire grossier*, les *Calcaires* et *Marnes de St-Ouen*, les *Marnes du Gypse* et les *Marnes à huîtres* (rudimentaires). La base de l'éperon du coteau, dans l'axe du tracé, au village des Clayes, est constitué par les *Sables supérieurs* assez colorés, supportant des limons argilo-sableux (cote 140 mètres).

Sur le territoire de Villepreux, la tranchée est creusée dans les

(1) Voir : Cours élémentaire de Géologie, 1837.

(2) Voir : Huot, de Sénarmont, *loc. cit.*; Hébert, *B. S. G. F.*, 2^e série, tome XX, p. 605, etc.

marnes et calcaires disloqués, de Saint-Ouen. Après une 2^{me} traversée du chemin de fer de Granville, un affleurement de grès coquilliers, siliceux, pourris à la surface, et très bouleversés par place, indique que l'horizon des *Sables moyens* s'étend en bancs assez puissants dans la direction de l'ouest, beaucoup plus loin que ne le figurait le tracé de la *Carte géologique détaillée* (Feuille n° 48, Paris, 1^{re} édit.).

A Fontenay-le-Fleury, les tranchées se maintiennent principalement dans le *Saint-Ouen* (cote 110^m); une lacune entre Fontenay et le Grand-Parc de Versailles ne permet pas d'indiquer exactement la suite des couches qui sont recouvertes par un épais manteau de limons.

Cependant les sondages d'épreuve ont fait connaître que la plaine qui domine la rive gauche du *Rû de Gally*, repose sur le *Calcaire grossier*, bien visible, d'ailleurs, sur les flancs, en pente douce, du vallon.

Dans le Grand-Parc de Versailles, l'étude du sous-sol est très intéressante. La chute des couches vers l'est est frappante; près de la *ferme domaniale de Gally*, la tranchée est creusée dans le *Calcaire grossier supérieur*, avec niveaux de fossiles silicifiés (Cérithes, etc.); puis, à l'orifice du grand tunnel dit « de Versailles » — qui a plus de 7 kilomètres de longueur —, on est dans les *Sables moyens* argileux, jaunâtres, avec nodules et plaques discoïdes de grès verdâtres, d'aspect très spécial. Ces rognons sont noyés dans une couche sableuse assez pure.

Le détail du *Saint-Ouen* et des *Marnes gypseuses*, assez complexes et variables à chaque hectomètre, ne peut être nettement saisi qu'à l'aide d'une figure détaillée.

Les puits de cette partie du tracé ont traversé un ensemble de couches de calcaires et de marnes. Le plus constant de ces niveaux, qui plongent très nettement vers l'est, est une marne plastique homogène, au toucher savonneux, lorsqu'elle est humide, assez dure, mais fragile, quand elle est sèche; sa couleur, bleu-verdâtre au sortir de la mine, s'altère rapidement au contact de l'air; elle passe au vert sale et même au blanc; certaines zones sont d'un bleu d'acier très intense, et elles conservent plus longtemps leur coloration à l'air.

Le système des *Marnes à huîtres* a, dans la région de Versailles, une puissance considérable; certaines zones sont pétries de débris

végétaux méconnaissables, qui donnent à la roche un aspect caverneux spécial (1).

Les *molasses*, pétries de fossiles très mal conservés (*Cerith. plicatum* Brug.; *Cytherea incrassata* Sow., etc.), présentent plusieurs niveaux, mais dont la position est variable d'une coupe à l'autre. Je ne puis, d'après ce que j'ai vu dans les puits de l'aqueduc, être aussi affirmatif que l'ont été certains observateurs sur la valeur des espèces paléontologiques des marnes dont il s'agit.

D'après M. R. Legouéz, dans le puits n° 8, creusé à l'extrémité nord du parc de Glatigny (Bois des Fonds-Maréchaux), on a rencontré, sous des débris d'argiles limoneuses à meulière, la succession suivante :

DÉTAIL DES COUCHES RENCONTRÉES DANS LE PUIT N° 8 (*Fonds-Maréchaux*).

Alt. au sommet : 138^m88

	Terre végétale, limons sableux.....	1 ^m 08	
Sables supérieurs (<i>m_n</i>)	{	Sables jaunes, blancs et rouges..	13 ^m 40
		— noirs, argileux.....	0 ^m 45
		Argile noire, sableuse.....	1 ^m 30
		Marne blanche.....	0 ^m 45
Marnes à huîtres (<i>m_m</i>) et Calcaire de Brie (<i>e⁵</i>)	{	— à huîtres.....	0 ^m 60
		— blanche.....	0 ^m 25
		Argile verte.....	0 ^m 25
		Marne grise, dure.....	0 ^m 40
		Calcaire siliceux, dur (= <i>Calcaire de Brie?</i>)..	0 ^m 85
Marnes vertes (<i>e⁴</i>) et Formations gypseuses (<i>e^{3§}</i>)	{	Argile verte, coupée par de petits bancs de marne grise, dure...	4 ^m 93
		Marne blanche.....	0 ^m 81
		— verdâtre.....	1 ^m 50
		— grise et bleue, ou blanche, en bancs alternant.....	1 ^m 70
Zone infra-gypseuse (<i>e^{3s}</i>)	{	Calcaire gris, siliceux, avec pointe noire.....	0 ^m 30
		— — jaunâtre, très siliceux (très dur).	0 ^m 45
		— blanc, très dur.....	1 ^m 35
Calcaire siliceux de Saint-Ouen (<i>e²</i>)	{	Sable argileux.....	0 ^m 20
		Calcaire blanc, dur.....	0 ^m 20
		Sable très argileux.....	0 ^m 15
		Calcaire d'aspect grossier.....	0 ^m 68
		Marnes feuilletées.....	0 ^m 10

(1) Lors des courses faites, dans la région de Versailles, pour la révision de la *Carte géologique détaillée*, nous avons été assez heureux, M. G. Dollfus et moi, pour retrouver exactement le gisement fossilifère dit de la *Ménagerie*, près du bord du bras méridional du Grand-Canal, dans les terrains militaires réservés à l'*École des ponts du Génie*.

— Voir : *Notice sur une nouvelle carte géologique des environs de Paris*, p. 76.

Sables moyens (e ¹)	}	Sables gréseux et rognons de silex.....	1 ^m 37
		Sables verdâtres.....	0 ^m 60
		Calcaire siliceux, délité en fragments de 0,03 à 0,08.....	0 ^m 30
Caillasses du Calcaire grossier (e.)	}	Calcaire blanc, dur.....	0 ^m 45
		Marne blanche, crayeuse.....	0 ^m 30
		Calcaire gris, siliceux, en plaquettes.....	0 ^m 25

Le puits le plus profond (n° 9) est situé à la limite des bois et de la plaine de Jardy (haras de M. Blanc); il dépasse 60^m de profondeur. Les *Marnes à huitres*, normales, y ont près de 2^m de puissance; on rencontre, au-dessous, un calcaire-caillasse grisâtre que je considère, bien qu'avec hésitation, comme l'équivalent stratigraphique du *Calcaire de Brie*. Ce calcaire ne renferme, d'ailleurs, aucun débris organique. Fait à noter, la plaine haute de Jardy, où le limon est fort épais, ne présente pas de débris de meulières, tandis que le sous-sol des bois qui entourent cette plaine, en est, au contraire, rempli.

Le *gypse* a été extrait du puisard creusé dans l'axe du puits n° 11, dans les bois de Fausses-Reposes, sur le territoire de la commune de Marnes; il est grenu, saccharoïde, noyé dans des marnes plastiques de nuance variable. Le banc ne paraît pas continu; il repose sur un calcaire siliceux géodique, avec petits cristaux de calcite, et ayant l'aspect des meulières cavernueuses. Ce niveau représente, sans doute, les couches *infra-gypseuses* d'Argenteuil.

Le *Calcaire de Saint-Ouen*, à *Cyclostoma mumia* Lamk. et silex, a été atteint *au-dessous* du niveau de l'aqueduc dans le puisard du puits n° 9, déjà cité.

Le tracé de la dérivation suit parallèlement, à quelques mètres au sud, la ligne ferrée de Saint-Cloud à Marly-le-Roi et l'Étang-la-Ville. Les *Marnes à huitres* affleurent en face du Château de Villeneuve-l'Étang (annexe de l'*Institut Pasteur*). La galerie se maintient dans les marnes gypseuses blanchâtres, bleu-verdâtre ou bleu d'acier, qui ont été rencontrées partout, au-dessous des *Marnes à huitres* et des molasses (1). La traversée entre les bois de Marnes et Villeneuve-l'Étang a été particulièrement difficile. Il a fallu toute la science consommée des Ingénieurs qui dirigent les travaux pour avoir pu lutter avec succès contre les infiltrations et les nappes aquifères.

(1) On a extrait du puits de Villeneuve les débris d'un *Halitherium*. Malheureusement, les coups de mine ont complètement disloqué ce fossile.

C'est dans le voisinage de cette localité qu'ont été trouvés, sur le chemin de fer de Saint-Cloud à Marly-le-Roi et l'Étang-la-Ville, les restes d'un lamantin, à ossature très puissante, auquel M. Gaudry a donné le nom de *Halitherium Chouqueti*.

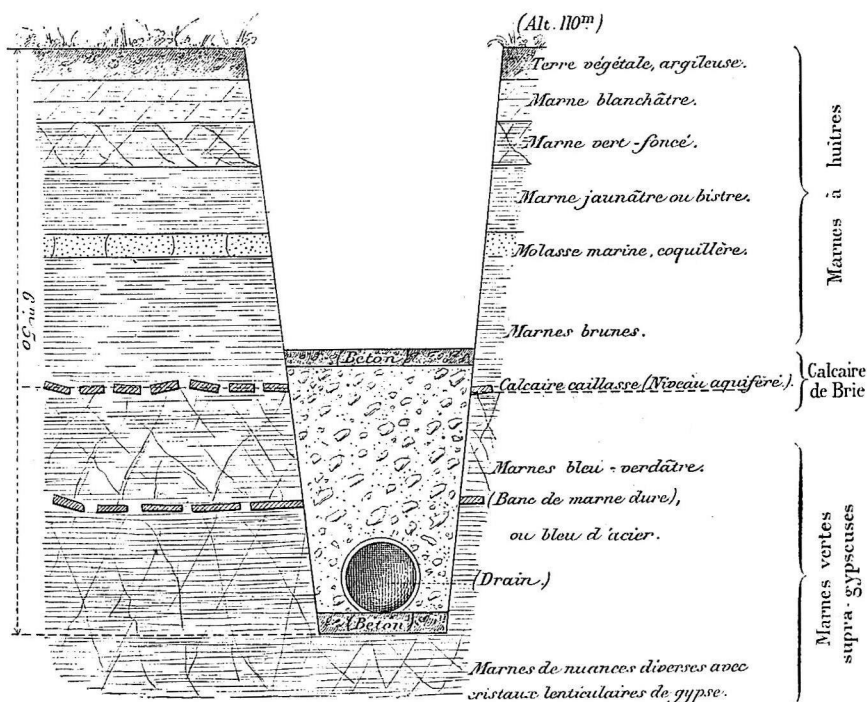
Ces niveaux d'eau se rencontrent, soit à la base des sables, soit surtout au point où les marnes compactes sont interrompues par un banc de pierre dure, disloqué : le fait est, d'ailleurs, général, et il est bien connu des mineurs.

Près de la station de Garches, le tracé s'infléchit vers le N. Au P.-N., à l'Ouest de la gare, l'aqueduc est presque à fleur de sol (cotes 107^m à 112^m).

L'intersection de l'aqueduc et de deux galeries d'égout a cependant nécessité une fouille assez profonde. Le limon argilo-sableux, très rubéfié par veines, a une grande épaisseur en ce point; il occupe le thalweg de l'émissaire de l'étang de Villeneuve.

Au droit de la station, le limon diminue d'épaisseur, et les fouilles ont montré des marnes blanches (gypseuses) et des délités calcaires sans connexion.

L'aqueduc traverse en tunnel (souterrain de Saint-Cloud) le



Réservoir de Saint-Cloud : (Fosse du drain).

mamelon de Montretout qui, à l'est, est limité par la Seine, et, à l'ouest, se rattache aux hauteurs de Buzenval par un col de sable (cote supérieure : 133 mètres). Le tracé passe dans l'axe du col afin de diminuer la profondeur des puits d'extraction.

Les fouilles, encore peu avancées dans cette section, ont traversé les mêmes terrains que ceux de Versailles, mais n'ont pas dépassé la formation gypseuse.

Enfin, la longue galerie se termine à l'extrémité méridionale du quadrilatère où sera établi le réservoir — dont la capacité totale, divisée en trois compartiments, ne sera pas moindre de 400,000 mètres cubes. — Ce réservoir est creusé dans les marnes du Gypse.

En raison des niveaux d'eau qui se rencontrent à différentes profondeurs dans ces marnes, on a dû établir un drainage, en amont du réservoir. Voici quelle est la coupe de la fosse dans laquelle est posé le drain :

Le drain va se déverser dans un puits absorbant, creusé au point bas (cote 103^m) des terrains du réservoir.

D'après les renseignements qui m'ont été fournis par le Service des eaux, la succession des couches traversées par ce sondage est la suivante :

		(Alt. au sommet : 103 ^m)
Limons quaternaires (<i>p</i>)	Terre végétale, argileuse	0 ^m 40
	Marne blanchâtre.....	0 ^m 45
Formation gypseuse (<i>e</i> ³)	Marne verdâtre	3 ^m 70
	Marnes blanchâtres avec cristaux lenticulaires de gypse	1 ^m 85
Zone infra-gypseuse (<i>e</i> ^{2 s})	Calcaire marneux (Banc dur).....	0 ^m 25
	Marne grése gypseuse	0 ^m 20
	Calcaire siliceux, à aspect de meulière.....	0 ^m 05
Calcaire de St-Ouen (<i>e</i> ¹)	Marne sèche.....	0 ^m 04
	Calcaire dur (Banc de).....	0 ^m 10
	Sable (Lit de).....	0 ^m 05
	Marne dure.....	0 ^m 45
	— dure.....	0 ^m 50
	Marne	0 ^m 10
	Calcaire gréseux, dur.....	0 ^m 65
	Marne	0 ^m 05
	Calcaire gréseux	0 ^m 40
	Marne dure.....	0 ^m 40
Calcaire siliceux.....	0 ^m 60	
Sables moyens (<i>e</i> ¹)	Grès dur.....	0 ^m 65
	Marne verdâtre (Lit de).....	0 ^m 05
	(Niveau aquifère à 11 ^m 65 du sol naturel)	
	Sables et grès.....	0 ^m 40
	Sables siliceux, fins.....	3 ^m 90
	Grès.....	0 ^m 30
	Sables et grès, etc.....	

Ce forage présente les mêmes couches que celui de la ferme de Fouilleuse (1). La suite de la coupe du coteau est donnée par la tranchée de la galerie dans laquelle sera posée la grande conduite en tôle d'acier de 1^m50 de diamètre. Cette conduite est destinée à amener jusqu'à Paris (Porte d'Auteuil), les eaux de l'Avre emmagasinées dans le Réservoir de Saint-Cloud.

Je donnerai ultérieurement la coupe d'ensemble de la galerie de Montretout à la Seine. Les travaux ne sont pas terminés en ce point.

Ainsi que nous l'avait fait pressentir, à M. G. Dollfus et à moi, l'étude des tranchées de la ligne dite « des Moulineaux » et de celle Versailles R. D., un faisceau de *failles de dislocation* a affecté les assises qui bordent la vallée de la Seine entre Sèvres, Puteaux et Courbevoie.

Les fortes inclinaisons des couches entre la vallée de la Maudre et Saint-Cloud tiennent à ce fait que le tracé de la dérivation traverse l'anticlinal connu sous le nom de « *Axe de Beynes* » (2).

On peut résumer, dans une seule coupe verticale, les terrains qui ont été traversés dans le tracé de l'aqueduc sur une longueur horizontale d'une centaine de kilomètres : cette coupe est celle du forage de Rocquencourt, au lieu dit « les Quatre Arpents », dans les dépendances de la propriété de M^{me} Furtado-Heine.

Le détail de ce grand forage figurait à la récente exposition du Palais de l'Industrie, dite « du travail ». Je la reproduis d'après les renseignements que m'a fournis l'Instituteur de la localité, M. L. Guibert.

DÉTAIL DES COUCHES RENCONTRÉES DANS LE FORAGE DE ROCQUENCOURT,
lieu dit « *les Quatre Arpents* » (S. et O.)

(Altitude au sommet : 139^m).

L'eau se tient à 32^m,45 de l'orifice du forage.

Terre végétale,	Limons quaternaires.....	3 ^m	
Sables supérieurs (m ₁₁)	{	Sables micacés, jaunes, un peu argileux ..	6 ^m 35
		Marne argileuse verdâtre	0 ^m 70
		Sables maigres	1 ^m 70

(1) V. B. S. G. F., T. XVIII, p. 630 (3^e Série (juin 1890)). — Le chemin de fer des Moulineaux. — Forage de Fouilleuse.

(2) G. Dollfus. — *Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le Bassin de Paris*, pl. 1. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.* N° 44, 1890.

Marnes à huitres (m_{11})	}	Marne brun-verdâtre, coquillière	0 ^m 90
		— brune et vert-clair, coquillière	0 ^m 43
		— brune et gris-bleuâtre	1 ^m 45
		— grise, calcarifère, ferme	1 ^m 78
		— grise, blanchâtre	1 ^m 70
Marnes vertes (e^4) et formation gypseuse (e^3)	}	Marne brune et vert-clair	2 ^m 65
		— grisâtre, ferme	0 ^m 30
		— dure	0 ^m 55
		— vert-clair	1 ^m 10
		— violette	1 ^m 40
		— vert-clair	1 ^m 70
		— blanc-grisâtre	4 ^m 50
Calcaire de St-Ouen (e^2)	}	Sable jaunâtre, marneux, ferme	0 ^m 53
		Calcaire <i>lacustre</i> , jaunâtre, à texture grenue (travertin)	0 ^m 81
		Calcaire <i>lacustre</i> , gris-jaunâtre, à grain fin, très dur	0 ^m 95
Sables moyens (e^1)	}	Marne jaunâtre, ferme et en plaquettes	1 ^m 60
		— gris-verdâtre, compacte, légèrement sableuse	0 ^m 95
Caillasses et Calcaire grossier supérieur (e_1)	}	Marne jaunâtre, coquillière, et plaquettes (Cérithes, etc.)	2 ^m 50
		Marne compacte, ligniteuse	0 ^m 10
		Marne jaunâtre et plaquettes	1 ^m 70
		Marne grisâtre, et rognons de calcaire <i>lacustre</i> , gris-noirâtre	0 ^m 85
		Marne jaunâtre, graveleuse. Rognon de calcaire jaunâtre et druse	1 ^m 25
		Marne jaunâtre et sable calcaire à petit et à gros grains	0 ^m 22
		Marne blanc-jaunâtre, et plaquettes calcaires jaunâtres	0 ^m 88
		Calcaire <i>lacustre</i> , jaunâtre, très dur	0 ^m 30
		Marne jaunâtre et plaquettes calcaires	0 ^m 30
		Plaquettes de calcaire <i>lacustre</i> , jaunâtre, très dur	1 ^m 35
		Marnes calcaires, bleuâtres, à <i>milioles</i>	3 ^m 25
		Sables calcaires, <i>marneux</i> , <i>miliolitiques</i> , <i>glauconieux</i>	2 ^m 50
		Calcaire grossier, <i>glauconieux</i> , <i>miliolitique</i>	4 ^m 15
		Sables calcaires, <i>glauconieux</i> , et plaquettes calcaires	0 ^m 65
Calcaire grossier moyen et inférieur (e_{11})	}	Sables calc., gris-jaunâtre, fins, glauconieux	0 ^m 50
		Sables gris, <i>quartzeux</i> , <i>glauconieux</i> , avec petits graviers, silex noirs, roulés, nombreuses coquilles	0 ^m 45
		Calcaire coquillier, <i>glauconieux</i>	0 ^m 27

Sables du Soissonnais (<i>e_{III}</i>)	}	Sables marneux, verdâtres, <i>glauconieux</i> . 0 ^m 53
		Calcaire coquillier, <i>glauconieux</i> 0 ^m 22
		Marne sableuse, verdâtre, avec pyrites et silex roulés..... 0 ^m 14
Argile plastique (<i>e_{IV}</i>)	}	Argile verdâtre, compacte..... 0 ^m 44
		— jaunâtre, rouge, grise..... 0 ^m 55
		— — verdâtre, grise..... 0 ^m 85
		— panachée, rouge et jaune-verdâtre 1 ^m 65
		Argile panachée, rouge et rouge-grisâtre. 1 ^m 20
Marnes de Meudon (<i>e_{VI}</i>) (Calcaire de Mons)	}	Marne argileuse, gris-jaunâtre, ferme... 4 ^m 95
		Marne argileuse, gris-bleuâtre, à silex noirs 1 ^m 60
Craie blanche sénonienne (<i>c^s</i>) et (<i>c^r</i>)	}	— crayeuse, jaunâtre..... 1 ^m 75
		— — grisâtre..... 1 ^m 45
		Craie légèrement bleuâtre, ferme. 0 ^m 75
		— <i>blanche</i> , ferme..... 4 ^m 65
		— — très dure..... 2 ^m 90
		— — à nombreux silex noirs... 4 ^m 90
		— — dure, avec banc de silex.. 0 ^m 41
		— — très dure, silex..... 0 ^m 94
		— — Banc de silex..... 0 ^m 27
		— — ferme, silex..... 0 ^m 58
		— — Banc de silex..... 0 ^m 23
		— — grisâtre, ferme..... 1 ^m 67
		— — ferme, silex..... 2 ^m 65
		— demi-tendre..... 1 ^m 45
		— dure, silex..... 0 ^m 80
		— — Banc de silex..... 0 ^m 37
		— blanche, demi-tendre..... 2 ^m 68
— — Banc de silex..... 0 ^m 20		
— blanchâtre, silex..... 0 ^m 30		

Fond du forage à 101^m85 du sol

LES GNEISS AMPHIBOLIQUES ET LES SERPENTINES

DE LA

HAUTE VALLÉE DE L'ALLIER (1),

par M. **Marcellin BOULE.**

I. — GNEISS AMPHIBOLIQUES

Les gneiss amphiboliques (*amphibolites* des auteurs, *syénites schisteuses* de Tournaire) se présentent fréquemment associés aux gneiss granulitiques de la haute vallée de l'Allier. Ils sont très répandus sur les feuilles de Saint-Flour et de Brioude, où ils ont été soigneusement relevés par M. Fouqué. Ils occupent une zone ayant la forme d'une sorte d'U un peu contourné et accusant, sur les cartes à grande échelle, la direction générale des gneiss (2).

Dans la partie resserrée de la vallée de l'Allier, entre Langogne et Langeac, les gneiss amphiboliques sont à peu près inconnus. Ils commencent à paraître vers Chanteuges et sont très abondants aux environs de Langeac, Chilhac, Saint-Ilpize, Paulhaguet, etc., c'est-à-dire dans la partie de la vallée de l'Allier coupée par cette zone.

Ce territoire échappe, en partie, au cadre de mes recherches géologiques dans le Velay. L'étude des gneiss amphiboliques m'a paru pourtant intéressante, et pour augmenter le nombre des matériaux d'étude que j'avais en ma possession, j'ai eu recours à l'inépuisable obligeance de M. Fouqué, qui a bien voulu mettre à ma disposition sa collection de préparations des roches d'Auvergne. Mais je ne me suis pas écarté de la vallée de l'Allier. Les pages qui suivent ne doivent d'ailleurs pas être considérées comme une étude poussée à fond, mais comme pouvant fournir de simples renseignements.

Les gneiss amphiboliques forment des bancs ou des lits parfois très minces (de quelques millimètres), alternant avec les gneiss granulitiques et se poursuivant sur plusieurs centaines de mètres

(1) Communication faite dans la Séance du 21 décembre 1891. Manuscrit remis le même jour.

(2) Voy. la *Carte géologique de la France au 1.000.000^{me}* du Service de la Carte géologique détaillée de la France,

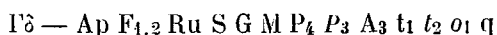
de longueur. Ces alternances se répétant un nombre de fois plus ou moins considérable, il en résulte des traînées plus ou moins épaisses, dépassant souvent un kilomètre de longueur; ces traînées sont intercalées dans les gneiss, dont elles ont l'orientation et le plongement.

A l'œil nu la roche est assez uniforme. Elle est presque toujours grenue; la grosseur des éléments est peu considérable. La structure schisteuse est toujours nettement accusée: les cristaux d'amphibole, aux facettes miroitantes, sont bien orientés, en feuillets très minces. Quelquefois l'élément noir domine à tel point qu'on n'aperçoit que quelques points blancs de feldspath ou de quartz, au milieu du feutrage des cristaux d'amphibole. D'autres fois des feuillets noirs alternent régulièrement avec des feuillets blancs; l'épaisseur relative de ces feuillets peut varier notablement.

L'étude microscopique des gneiss à amphibole permet de reconnaître un grand nombre d'espèces minérales, qui sont, sans parler des produits secondaires: l'apatite, le zircon, le rutile, la magnétite, l'ilménite, le sphène, le grenat, l'augite, le diallage, le mica noir, l'amphibole hornblende, l'oligoclase, le labrador, l'orthose et le quartz.

Il s'en faut de beaucoup que tous ces minéraux soient également importants ou également fréquents.

Après l'amphibole, le minéral le plus caractéristique est le sphène, qui ne fait jamais défaut et qui est le plus souvent très abondant. L'augite, le mica noir, le grenat caractérisent certaines variétés, mais ordinairement ces minéraux sont absents; le diallage est une rareté. Le feldspath qui domine, je pourrais dire exclusivement, est l'oligoclase. Ce n'est qu'avec doute que je rapporte au labrador et à l'orthose certaines sections assez mal caractérisées. Le quartz est plus ou moins fréquent à l'état de quartz granulitique et de corrosion. L'abondance de l'élément blanc varie énormément, dans diverses préparations d'une même roche, suivant la nature des feuillets dans lesquels les sections ont été pratiquées. La formule générale des gneiss amphiboliques de la vallée de l'Allier peut donc être exprimée de la manière suivante, en employant les notations de M. Michel-Lévy.



Ce qui est très remarquable, c'est la différence profonde qui existe entre cette composition minéralogique des gneiss à amphibole et celle des gneiss granulitiques, avec lesquels les premiers ont cependant des relations stratigraphiques tout à fait intimes. A

part le grenat, qui, d'ailleurs, est loin d'y être commun, on ne retrouve, dans les amphibolites, aucun des minéraux caractéristiques des gneiss granulitiques.

Par contre, on voit apparaître, dans les gneiss à amphibole, des éléments qu'on ne rencontre que d'une manière tout à fait erratique dans les gneiss granulitiques et, parmi ces éléments, le sphène doit tenir le premier rang après l'amphibole. Même sur le terrain, les roches de passage sont rares ou absentes. Les lits granulitiques sont nettement séparés des lits amphiboliques.

Voici quelques détails sur les caractères des minéraux qui composent ces roches.

Le *fer oxydulé* et le *fer titané* sont peu abondants et n'offrent aucune particularité intéressante. L'*apatite* est moins répandue que dans les gneiss granulitiques (1). Les sections sont plus régulières, moins déchiquetées; elles se rencontrent surtout au milieu des feldspaths.

Le *rutile* se montre sous forme de grains irréguliers, rouges, polychroïques, occupant parfois le centre d'un cristal de sphène. Dans ce dernier cas, le rutile est allongé dans le même sens que le minéral enveloppant.

Le *sphène* existe toujours; ordinairement il est très abondant. C'est un minéral de consolidation ancienne, qu'englobent l'amphibole et les feldspaths. Il se présente soit en grains irréguliers, soit en sections fusiformes correspondant à $d^{1/2} b^1$. Les dimensions de ces cristaux ou des plages irrégulières sont très variables. Elles ne dépassent pas un millimètre et cette taille est très rarement atteinte. Fréquemment, une série de grains ou de petits fuseaux se groupent en formant une traînée irrégulière. Ce sphène est brun en lumière naturelle. Le polychroïsme est à peine sensible ou même nul. Souvent ce minéral développe, dans l'hornblende, de belles auréoles polychroïques, mais l'absence de ces auréoles est tout aussi fréquente que leur présence. Non seulement on ne peut saisir la cause de cette différence, mais encore on n'observe aucun changement dans la nature, la disposition relative ou les propriétés physiques des deux minéraux. La biréfringence paraît varier également dans des proportions assez fortes. Dans les plaques un peu trop minces, les couleurs de polarisation rappellent celles du zircon et, comme ce minéral se rencontre parfois dans les gneiss amphiboliques, la lumière conver-

(1) Quand je parle des gneiss granulitiques, j'ai en vue les roches de la vallée de l'Allier que je décris dans ma *Description géologique du Velay*, actuellement à l'impression.

gente peut seule fournir, dans certains cas, un diagnostic suffisant pour distinguer ces deux minéraux.

L'*augite* est abondant dans les variétés à pyroxène. Il est incolore et se distingue bien des minéraux environnants par sa plus forte réfringence. Dans certains échantillons à texture compacte, les cristaux sont petits et bien formés. Dans d'autres échantillons à texture plus grossière, l'*augite* est souvent déchiqueté et comme émietté dans la roche. Ces fragments sont moulés par l'*amphibole*.

Le *mica noir* se présente dans des conditions analogues, tantôt en belles lamelles, tantôt en lambeaux épars au milieu des autres minéraux.

L'*amphibole* est une *hornblende* vert brunâtre. Sa coloration et son polychroïsme sont très variables d'intensité. Il y a des variétés à peine colorées et des variétés extrêmement polychroïques, d'un vert bleu suivant n_g , jaune brun suivant n_p et brun verdâtre suivant n_m . L'extinction va jusqu'à 20° dans la zone $h^1 g^1$. Les cristaux sont orientés suivant cette même zone dans les plans de schistosité; les sections parallèles à ces plans montrent très peu de sections p ; celles-ci sont nombreuses, au contraire, dans les coupes perpendiculaires.

L'*oligoclase* est le feldspath à peu près exclusif des gneiss amphiboliques. Il est généralement très frais, bien mâclé suivant la loi de l'albite et celle de la péricline. Les stries caractéristiques de ces mâcles s'observent à l'œil nu. Le feldspath a cristallisé autour des éléments ferro-magnésiens.

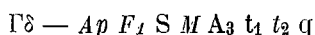
Le *quartz* remplit les intervalles laissés entre tous les autres minéraux. Il se présente parfois en plages granitiques ou granulitiques, mais il est surtout fréquent à l'état de quartz de corrosion, avec des contours arrondis, lobés, crénelés.

Telle est la composition générale des gneiss amphiboliques de la vallée de l'Allier. Je n'ai vu aucun échantillon renfermant à la fois tous les minéraux dont je viens de parler. Malgré cela, ce sont des roches très uniformes d'aspect et de composition, se rattachant véritablement aux gneiss par la présence constante du feldspath oligoclase et par leur faciès tout différent du faciès des amphibolites ou schistes amphiboliques subordonnés aux micaschistes. On ne peut pas non plus les considérer comme des roches provenant de la transformation des cipolins, les calcaires primitifs étant complètement absents de cette région du plateau central.

En poussant l'analyse un peu plus loin, on peut établir plusieurs variétés.

1° *Gneiss amphiboliques proprement dits*.—Ces gneiss sont dépourvus

de mica noir, de pyroxène et de grenat. Ce sont les plus répandus (Saint-Beauzire, Langeac, Chanteuges, La Pause, Coureuge, près Saint-Préjet, etc). Le fer oxydulé y est rare, quelquefois absent; le sphène toujours abondant; l'élément blanc plus ou moins développé. La formule de ces gneiss peut être tirée des échantillons d'un lambeau situé à l'est de Langeac. Les préparations montrent la composition suivante :

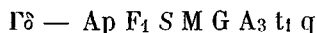


A cette énumération, il faut ajouter le rutile, qui se montre dans certaines localités, à la Pause par exemple. Comme produits secondaires, on remarque la pyrite, l'oligiste et les produits micacés, très rares d'ailleurs, qui résultent de l'altération des feldspaths. Je n'ai constaté l'altération de l'amphibole que dans une seule préparation. La roche provient de Saint-Beauzire; elle est remarquable par sa structure tout à fait grenue, presque compacte, à la manière des plus fins leptynites. Ici, l'hornblende se décompose par places en une substance jaune clair, transparente, polarisant vivement et positive d'allongement. Ailleurs, même quand le feldspath présente des altérations, l'amphibole garde toute sa fraîcheur.

2. *Gneiss amphiboliques à mica noir.* — Ces gneiss ne diffèrent des premiers que par l'abondance relative du mica noir, qui apparaît comme un minéral très ancien, moulé par l'amphibole. Il semble que dans les variétés à mica noir, l'acidité de la roche soit plus considérable; l'oligoclase et le quartz sont en plus grandes quantités.

Tels sont des gneiss de Langeac et de Lugeac, près de St-Didier. Dans cette dernière localité, certains échantillons se font remarquer par leur aspect granitoïde et la grosseur de leurs éléments. On distingue bien, à l'œil nu, l'amphibole et le mica noir se détachant sur le fond blanc feldspathique. L'orientation des cristaux permet seule de distinguer cette roche d'avec un granite à amphibole.

3. *Gneiss amphiboliques à grenat* (Peygerolles, Saint-Georges). — La formule est :

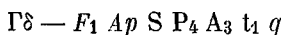


Dans toutes les préparations que j'ai examinées, le mica noir était abondant. A noter aussi la teneur considérable en oligoclase et en quartz. Le fait le plus remarquable est la rareté du sphène. L'amphibole, toujours abondante, a les caractères ordinaires. Quant au grenat, il est limpide, incolore, sans formes bien arrêtées; ses cristaux sont de petite taille.

4. *Gneiss amphiboliques à pyroxène.* — La présence de l'augite imprime à cette variété un cachet particulier. J'ai dit plus haut

comment se présente l'augite. Avec cet élément, le fer oxydulé devient plus abondant, tandis que le quartz devient rare.

Un échantillon de Saint-Beauzire (localité où cette variété est associée à des gneiss amphiboliques normaux) montre la composition suivante :



Ici l'augite est en grandes plages d'ancienne consolidation, mais très déchiquetées.

Un gneiss de Vieille-Brioude, à texture compacte, apparaît, au microscope, comme une mosaïque formée de petits morceaux de fer oxydulé, de sphène, d'augite, d'amphibole, avec quelques fragments d'oligoclase et de quartz. L'amphibole est en cristaux allongés, formant des plages plus étendues que celles du pyroxène. Elle est peu polychroïque, brun foncé suivant n_g , brun pâle suivant n_p . On peut représenter cette roche de la manière suivante :



§ *Gneiss amphiboliques à diallage.* — A la Boissière, près Chastel, les gneiss amphiboliques sont riches en diallage. Ce minéral se présente en grandes plages; il est absolument dépourvu de polychroïsme et ne se distingue de l'augite que par la présence du fin clivage h^1 . Il paraît être antérieur à l'amphibole. Pourtant, certains grands cristaux de diallage englobent des fragments d'hornblende et d'oligoclase. Le fait étant anormal dans ces gneiss, je dois le signaler. Comme à l'ordinaire, le sphène est très abondant. L'amphibole est brune, dépourvue de tons verts. L'oligoclase et le quartz sont abondants. De grandes plages d'une chlorite négative, à faible biréfringence, paraissent remplacer un minéral disparu.

Ces gneiss amphiboliques à pyroxènes sont très différents de ceux qui ont été si bien étudiés par M. Lacroix et qui renferment souvent de l'amphibole. Ceux-ci, contenant une série de minéraux basiques, forment un groupe tout à fait à part.

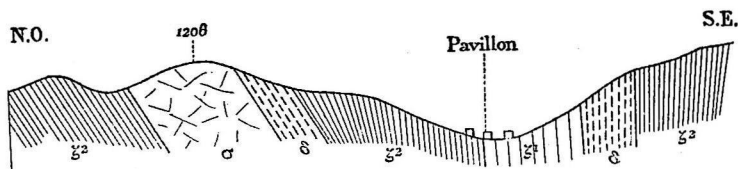
II. — SERPENTINES.

Le Velay renferme d'assez nombreux gisements de serpentine, généralement situés au milieu des gneiss. Je ne connais de cas authentique de serpentine dans le granite que le gisement des Lardons, à l'est du département de la Haute-Loire, près de Montfaucon, où la roche est exploitée pour l'entretien des routes. Je ne saurais dire s'il s'agit d'un filon ou d'une grosse enclave dans le granite. Un

gisement situé au-dessus de Monistrol d'Allier, sur la route de Saugues au Puy, se trouve bien dans le granite porphyroïde, mais il paraît en relation étroite avec une enclave de gneiss.

Parmi les localités de la vallée de l'Allier, où la serpentine se montre dans les gneiss, je citerai Saint-Ilpize, Salzuit, Saint-Préjet, etc. Quand on peut se rendre exactement compte de ses rapports, on la voit sous forme de traînées assez épaisses disposées parallèlement aux gneiss plutôt qu'en filons véritables.

Fig. 1.



Coupe à Pavillon, d'après M. Fouqué. ζ^1 , gneiss; ζ^2 , micaschistes; δ , amphibolites; σ , serpentine.

C'est ainsi qu'elle se présente à Pavillon près de Nozeirolles (fig. 1). D'après M. Fouqué, à Salzuit, la serpentine forme une bande de 5 mètres d'épaisseur se poursuivant parallèlement aux gneiss sur 300 mètres de longueur.

Enfin, je dois noter un autre mode de gisement aussi intéressant qu'anormal. Depuis longtemps, Dorlhac (1) a signalé, près de Lempdes, des blocs de serpentine enclavés dans le gneiss. Ces blocs sont très nombreux, de dimensions variant entre quelques centimètres et un mètre de longueur. Leur forme est également très variable. Les uns sont arrondis ou lenticulaires; d'autres sont irréguliers, à angles vifs. Ils sont disposés sans aucun ordre au milieu des gneiss. M. Fouqué a observé un fait analogue à La Voûte-Chilhac.

A l'œil nu, ces roches n'offrent aucune particularité. Elles ressemblent à toutes les serpentines et présentent les diverses variétés de couleur ou de texture que l'on trouve partout.

Il est aujourd'hui bien établi que les serpentines sont des produits d'altération de roches diverses et en particulier des péridotites. On trouve toutes les transitions entre ces roches intactes et les serpentines ne renfermant plus que les minéraux du même nom, c'est à dire le *chrysotile* et sa variété *bastite*.

Au microscope, on voit, en effet, que le fond de toutes les ser-

(1) Annales de la Société d'Agriculture du Puy, t. XX, p. 679, 1856.

pentines est constitué par du chrysotile disposé en mailles plus ou moins régulières, polygonales, ordinairement soulignées par des produits ferrugineux opaques. Au bord des mailles, les fibres de chrysotyle, bien orientées, polarisent assez vivement, tandis que le centre des mailles, occupé par des fibres mal orientées, reste à peu près obscur. Quelques préparations de mes serpentines ne montrent pas autre chose. Mais la plupart renferment encore des minéraux plus ou moins intacts et parfaitement déterminables.

Voici quelques exemples :

Serpentine de Coureuge, près de Saint-Préjet. — Roche noirâtre, finement grenue. Certaines plaques sont presque entièrement formées de chrysotile présentant la structure alvéolaire typique. Il y a quelques plages de bastite, dont le centre un peu plus biréfringent est peut-être formé d'enstatite à peu près intacte.

Dans une autre préparation, quelques minéraux sont encore bien conservés. Le plus abondant est une amphibole blanche incolore, ou trémolite, se transformant nettement en bastite sur les bords et dans les clivages. On observe tous les intermédiaires entre les cristaux de trémolite à peine attaqués et les grandes plages de bastite ne présentant plus que quelques fragments d'amphibole intacte. La bastite ne saurait donc être considérée comme dérivant exclusivement de l'enstatite.

Un minéral allongé, avec de fins clivages et inclusions polychroïques, positif d'allongement, peut être rapporté à l'hypersthène. Enfin quelques grains incolores, plus réfringents que les minéraux voisins, semblent appartenir à l'olivine. Ce minéral a existé dans la roche primitive car certaines parties offrent une texture alvéolaire caractéristique. Mais le chrysotile affecte ici, plus volontiers, des formes de réseau quadrangulaire et la bastite est très répandue. Il y a encore des chlorites du groupe clinochlore, quelques morceaux de mica blanc et des fragments de leucoxène.

Serpentine de Salzuit. — Roche vert clair ou vert noirâtre, à structure compacte. Le microscope ne montre, en fait d'éléments intacts, que de beaux cristaux d'un spinelle brun qui est probablement du fer chromé. Quelques lamelles d'une chlorite de biréfringence moyenne. Le chrysotile affecte la structure alvéolaire caractéristique des serpentines à périclote. En lumière naturelle, cette structure se dessine aussi nettement qu'en lumière polarisée, parce que les lignes correspondant aux clivages du périclote sont tracées par une matière verdâtre, tandis que l'intérieur des mailles est incolore. On croirait voir un cristal d'olivine véritable, et quand

on abaisse l'analyseur, on est tout surpris de constater que l'altération est complète et qu'il n'y a plus de péridot intact.

Serpentine de Cissac, près de Saint-Illpize. — Roche grenue, grise, avec petites lamelles brillantes. Il y a quelques grains d'olivine. Le minéral ancien le plus répandu a des caractères assez embarrassants. Je l'avais d'abord rapporté au diallage. En mesurant avec soin les extinctions dans la zone h^1g^1 , j'ai constaté que le maximum d'extinction ne dépassait pas 27° , la plupart des sections s'éteignant sous un angle beaucoup plus petit. On pourrait considérer ce minéral comme une amphibole à grand angle α . Il n'est pas rare de constater des angles supérieurs à 15° dans les cristaux de trémolite des asbestes. Cette roche renferme la même chlorite que les précédentes.

Serpentine de Pavillon, près de Nozeiroles. — Roche grise, noire ou verdâtre, compacte, à cassure cireuse, ou présentant quelques lamelles brillantes suivant les échantillons. Ici, le péridot est abondant en gros fragments séparés entre eux par du chrysotile. Tous les fragments d'un même groupe présentent la même orientation optique et ont, par suite, appartenu à un même cristal. Il y a du diallage, de l'enstatite et un spinelle brun. Le clinochlore forme des paquets de lamelles parallèles ou des groupements en éventail. Dans les préparations où les autres minéraux ont disparu, il reste encore du spinelle brun, dont l'origine paraît d'ailleurs être secondaire.

Serpentine de Monistrol, sur la route de Sauques. — Au milieu du réseau quadrangulaire de chrysotile, on voit quelques cristaux de diallage. Un autre minéral à grandes plages déchiquetées avec de fins clivages parallèles, négatif d'allongement, de signe positif avec $2V$ voisin de 0° est une chlorite du groupe clinochlore. Les cristaux de clinochlore sont entourés d'une bordure de petites fibres polarisant en gris bleuâtre et positives d'allongement qui ne sont autre chose que du chrysotile. Ce minéral peut donc prendre naissance aux dépens d'un silicate renfermant de l'alumine.

Il serait imprudent d'établir, d'après leur composition minéralogique, diverses catégories dans les serpentines que je viens de décrire, car ces catégories seraient basées sur des caractères purement négatifs, en rapport avec le degré d'altération de la roche primitive. Parmi les préparations de serpentine d'un même gisement, les unes nous montrent, en effet, des minéraux anciens assez bien conservés, tandis que d'autres en sont tout à fait dépourvues.

L'olivine paraît avoir fait partie de toutes les serpentines de la

région que j'étudie. Quand on ne retrouve pas ce minéral avec tous ses caractères physiques, sa présence dans la roche primitive est décelée par l'agencement particulier des éléments du chrysotile. Mais il paraît avoir été répandu d'une manière très inégale. Dans beaucoup de plaques minces, c'est la structure à mailles grossièrement quadrangulaires qui domine, et cette structure correspond à des minéraux pourvus de clivages réguliers, tels que le diallage. Le fait le plus intéressant est l'existence, dans certains échantillons, de la trémolite en cristaux nombreux offrant tous les passages à la bastite, pour laquelle on constate, de la sorte, deux origines. D'après cela, l'on peut dire que les serpentines que j'ai étudiées proviennent de l'altération de diverses variétés de péridotites et notamment d'une *herzolite* et d'une variété riche en amphibole, ou *picrite*. Ces péridotites sont probablement des roches d'intrusion, qui ont pénétré au milieu des gneiss, dans le sens de la schistosité, en leur faisant subir quelquefois des froissements. L'érosion les a amenées au jour et les agents atmosphériques les ont transformées en serpentines.

A côté de cette hypothèse, admise aujourd'hui par tout le monde pour beaucoup de cas, il en existe une autre dans laquelle les serpentines proviendraient souvent d'amphibolites modifiées. Je ne saurais me prononcer d'une façon générale contre cette théorie déjà ancienne, et rajeunie dans ces dernières années par des géologues d'une grande autorité, mais je dois exposer les raisons qui me portent à la repousser pour les serpentines que j'ai étudiées.

Evidemment, il y a souvent des relations très étroites entre les gisements des gneiss amphiboliques et des serpentines. La coupe de Pavillon, figurée plus haut, offre un exemple de ces relations. Je pourrais citer d'autres localités analogues, Salzuit, Saint-Préjet, etc. Mais dans beaucoup d'endroits, la serpentine existe isolément et sur un nombre encore plus considérable de points, les gneiss amphiboliques ne sont pas accompagnés de serpentines. Il me semble, par suite, qu'on peut considérer les cas où les deux roches se trouvent réunies comme des cas purement fortuits.

D'ailleurs ces relations sont simplement topographiques. Sur le terrain, en effet, je n'ai jamais observé de passage véritable entre les amphibolites et les serpentines. Les premières sont généralement intactes ; quand elles sont altérées, elles donnent des produits chloriteux différents des produits serpentineux et constituent une roche toute différente des véritables serpentines. On a pu voir que leur composition minéralogique n'a pas de rapports avec la composition des roches dont les serpentines représentent les alté-

rations. Parmi les échantillons que j'ai étudiés, ce sont précisément les serpentines offrant, avec les amphibolites, les relations les plus intimes qui renferment du péridot intact; je citerai, par exemple, celle de Pavillon. Nous voyons bien, dans les serpentines, la trémolite produire de la bastite, mais il n'est pas démontré que cette trémolite provienne elle-même de l'amphibole verte ou brune des amphibolites. En tout cas les plaques minces ne m'ont jamais montré une pareille transformation. J'ai dit, en parlant des gneiss amphiboliques, que je n'avais observé qu'un seul cas d'altération de l'amphibole. Le produit de cette altération a des caractères tout différents des minéraux serpentineux. Il est possible que la trémolite des serpentines soit d'origine secondaire comme celle des petits filons d'asbeste très nombreux dans les divers gisements dont je m'occupe (1), mais cette origine secondaire ne me paraît pas liée nécessairement à la présence des gneiss amphiboliques.

Si les serpentines de Velay étaient des produits d'altération des gneiss amphiboliques, nous devrions y retrouver au moins quelques traces du sphène, de l'oligoclase et surtout du quartz de ces dernières roches. Elles nous présenteraient alors une composition analogue à celle des serpentines qui dérivent des gabbros à olivine. Enfin, il devrait rester quelque chose de la structure feuilletée des amphibolites.

On pourra répondre à ces derniers arguments que ce sont précisément des amphibolites d'une nature minéralogique et d'une structure particulières qui se sont transformées en serpentine. Mais, dans ce cas, ces roches problématiques mériteraient un nom particulier; on ne saurait les confondre avec les gneiss amphiboliques qui ont une structure et une composition minéralogique remarquablement constantes. Je rappellerai qu'en Angleterre, on avait cru reconnaître que les serpentines du cap Lizard passaient insensiblement aux amphibolites. On a ensuite observé que les couches de serpentines interstratifiées au milieu des schistes amphiboliques se relient à un massif éruptif bien net. La serpentine ou plutôt la roche éruptive qui a produit la serpentine, a été injectée dans les couches schisteuses dont les feuillets écartés ont subi de nombreux contournements (2).

(1) Tous les échantillons d'asbeste que j'ai examinés sont constitués presque exclusivement par de longs cristaux de trémolite, plongés dans une masse fibreuse micacée qui résulte de leur décomposition. Ces produits micacés se font remarquer par leur forte biréfringence.

(2) Fouqué. — Cours du Collège de France, 1891. — Le problème ne saurait avoir la même importance aux yeux des géologues anglais qui regardent les schistes amphiboliques, ainsi que tous les schistes cristallins, comme des roches éruptives ayant acquis une structure feuilletée par les effets du *dynamo-métamorphisme*.

Pour toutes ces raisons, et jusqu'à plus amples informations, je ne crois pas devoir admettre que les serpentines dont je me suis occupé soient des amphibolites altérées. Je préfère les regarder comme des produits de décomposition de roches intrusives, se rattachant à un massif profond de péridotites. L'existence d'un pareil massif, à des profondeurs relativement faibles, nous est démontrée par la nature des noyaux enclavés dans les bombes volcaniques dont les anciens cratères ont parsemé toute la région.

NOTICE EXPLICATIVE
DU PROFIL GÉOLOGIQUE DU CHEMIN DE FER
DE MANTES A ARGENTEUIL (1),

par MM. **G. RAMOND** et **G. DOLLFUS**.

Pl. XXIII

Dans une précédente note (2), nous avons indiqué sommairement le résultat de nos recherches géologiques sur le tracé de la *ligne de Mantes à Argenteuil*.

Nous complétons aujourd'hui cette première communication par l'exposition d'un profil général en long et par des coupes transversales de détail.

**I. — Description du tracé. — Faits géologiques
remarqués sur le parcours
et dans le voisinage de la voie ferrée.**

Tranchée de Mantes. — Sur 500 mètres environ, le nouveau chemin de fer est parallèle à la grande ligne PARIS-ROUEN-LE HAVRE.

Les seuls travaux de terrassement exécutés en ce point sont des rafraîchissements de talus anciens.

On y voit de la *Craie blanche* à *Micraster cor-anguinum* sur 4^m environ, surmontée de dépôts d'*argile à silex* et de *diluvium*.

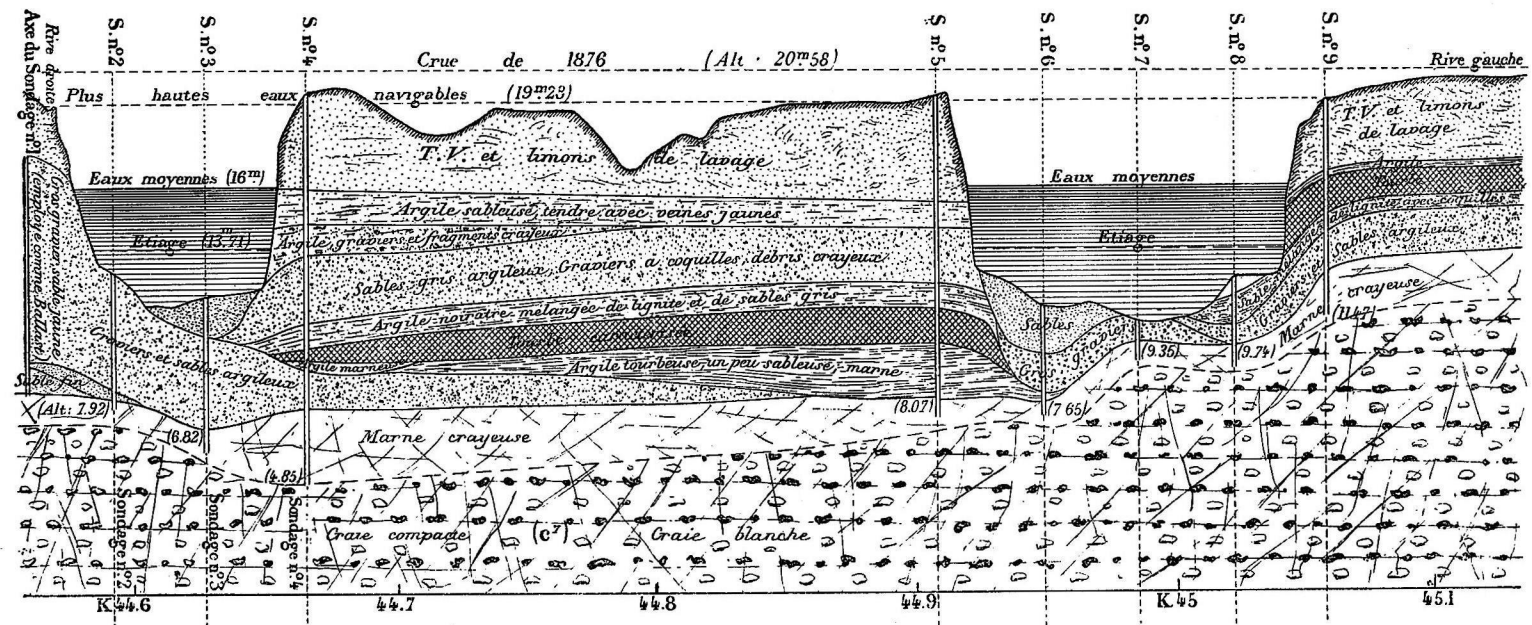
Au Kil. 46,30 (3), on voyait la succession suivante, qui peut être considérée comme une moyenne :

(1) Communication faite dans la séance du 7 Décembre 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 25 Décembre 1891.

(2) *B. S. G. F.*, 3^me série, tome XIX, p. 20 (3 novembre 1890).

(3) L'origine des distances est au point de raccordement de la *ligne d'Argenteuil à Mantes* avec celle d'*Argenteuil à Sannois et Ermont*.

Fig. 1. — Coupe de la Vallée de la Seine, dans l'axe des ponts du Chemin de fer, en amont de Mantes.



Coupe A.

(Altitude au sommet : 58 mètres)

Terre végétale, argileuse.....	0 ^m 80	d'épaisseur
Argile rouge sableuse.....	2 ^m 65	—
— grise, sableuse.....	0 ^m 90	—
— rouge, mélangée de gros silex ...	0 ^m 75	—
Craie blanche (visible sur 1 ^m et plus).		

Quelques renseignements sur la *Craie* sous-jacente nous sont fournis par un forage, de 41 mètres de profondeur, exécuté sur le territoire de la commune voisine de Gassicourt, par la maison Lippmann et C^{ie}; il a atteint la *Craie* noduleuse à *Micraster cor-testudinarium* et *breviporus* [(c⁷) de la notation du « Service de la Carte géologique de France. »]

Cette craie est *dolomitique*, jaune, sableuse, avec rognons mameionnés, à cassure cristalline.

Les *dépôts diluviens* ont, en ce point, une puissance de 11 mètres.

Traversée de la Seine. — Elle s'effectue en amont de Mantes. Les sondages exécutés tant en rivière que sur les berges, ont traversé les *alluvions* sur une épaisseur de 10 à 12^m (Fig. 1).

On a rencontré, vers leur base, un lit bien caractérisé de *tourbe* de 1^m50 d'épaisseur, limité par des bancs argileux et graveleux, remplis de débris végétaux.

Le lit actuel de la Seine, séparé en deux bras par une île, est creusé dans les *limons de lavage*, qui atteignent 4^m50 d'épaisseur, et dans les sables et graviers de transport.

Il est impossible, d'ailleurs, de confondre ces limons récents de *vallée* (a²) avec les *limons supérieurs des plateaux* (p) — formés, en quelque sorte, sur place — en raison de la présence de petits fragments roulés des roches de tout le bassin.

Nous donnons ci-contre une coupe longitudinale de la traversée de la Seine en amont de Mantes, dans l'axe du tracé (Fig. 1).

Tranchée de Limay. — Elle ne dépasse pas 5 mètres dans sa plus grande profondeur.

Des *dépôts sableux récents* (a²), à éléments de grosseur moyenne, ravinent en ce point les *dépôts quaternaires anciens* (a¹) à gros éléments, et où les silex dominent.

Au Kil. 43,5, nous avons relevé la coupe suivante (Fig. 2) :

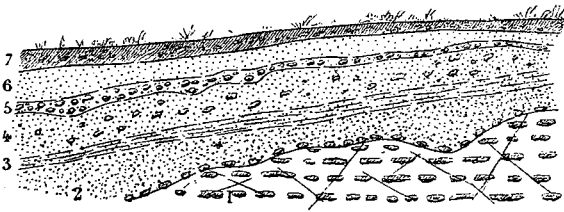


Fig. 2. — Détail dans la tranchée de Limay.
Coupe B.

Alluvions récentes (a ²)	}	7. Terre végétale caillouteuse.
		6. Limon sableux, rougeâtre.
		5. Cailloux roulés.
Alluvions anciennes (a ¹)	}	4. Sables diluviens gris ou jaunes, avec cailloux.
		3. — limoneux stratifiés (<i>sables gras</i>).
		2. — diluviens grisâtres, grossiers
Craie à <i>Micraster cor-anguinum</i> (c ⁷)	}	1. Craie blanche avec cordons de silex noirs.

La *Craie blanche* apparaît par places, à la base des tranchées, et présente un niveau aquifère au sommet.

Le diluvium à gros éléments a une importance pratique qu'il convient de signaler ici : débarrassé par lavage ou criblage à sec des éléments fins (sables et menus graviers), il constitue un excellent *ballast*, qui a été employé sur la ligne de Mantes à Argenteuil.

Tranchées des Grésillons, d'Issou, de Montalet, d'Hanneucourt et du Plateau. — Les mêmes dépôts couvrent la plaine sur le territoire des communes de Porcheville, de Gargenville et sur la partie basse de celle d'Issou ; mais ils s'amincissent vers l'Est.

A la station de Gargenville (*tranchée de Montalet*), la *Craie* apparaît nettement au niveau de la voie (Alt. 46^m, 1) ; à la *tranchée du Plateau*, le *diluvium* manque. La craie est surmontée par un *limon* terreux, dans lequel nous avons recueilli :

Echinocorys (Ananchytes) vulgaris Breynius (var. *gibba* et *cylindrica*).

La *Craie* se voit aussi, près de la Rive gauche de la Seine, dans une tranchée de la route qui mène de Gargenville à Epône, par Rangipont.

Tranchées d'Aumont et d'Ablemont. — C'est à Juziers que commencent à apparaître les *Terrains tertiaires* sur le tracé de la ligne de Mantes à Argenteuil. Dans la *tranchée d'Aumont*, à la station-halte, on voyait, au dessus de la craie ravinée, une couche d'argile grise, fortement inclinée, surmontée de petits galets noirs, caractéristi-

ques des Sables du Soissonnais (*Horizon de Sinceny*), et des sables micacés fins, de couleur fauve (*Sables de Cuise*); la partie supérieure de la tranchée montrait des éboulis de *Calcaire grossier*.

Un niveau aquifère abondant se rencontre au contact de l'argile et des sables.

La tranchée d'Ablemont nous a fourni une coupe analogue :

Coupe C.

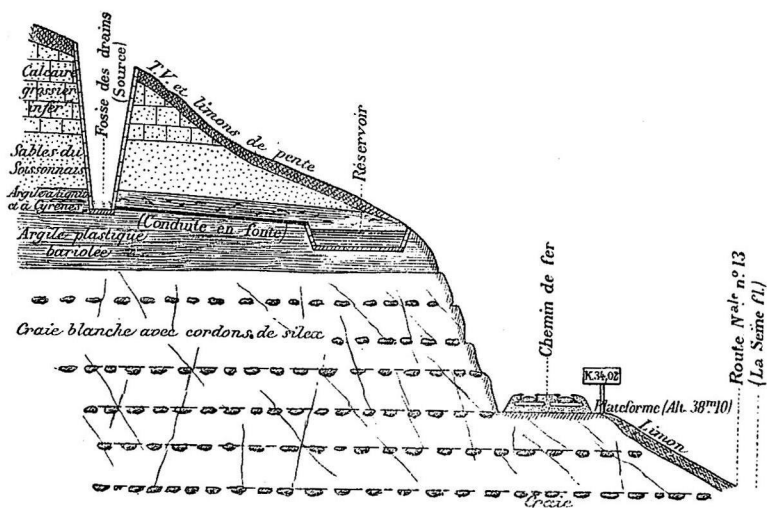
(Plateforme de la voie : Alt. = 48,5).

Sables du Soissonnais	{	Sables jaunes, avec galets.....	0 ^m ,40
		Sables grossiers, grisâtres	0,20
Argile plastique	{	Argile grise, ondulée.	1,30
		Cailloux de silex très nombreux; débris de calcaire jaune, grenu à la base (<i>Calcaire pisolithique</i> remanié).	
Craie à <i>Micraster cor-anguinum</i>	{	Craie blanche à silex noirs, ravinée, visible sur	1 ^m .

Tranchées de Juziers-le-Bourg et de la Source. — Elles sont creusées dans la *Craie blanche*. Au dessus, et en dehors de l'axe de la voie, apparaît l'*Argile plastique* qui supporte une végétation caractéristique.

Nous donnons ci-après la coupe transversale de la base du coteau en ce point (Kil : 34,02) (Fig. 3).

Fig. 3. — Tranchée de la Source (Mézy).



Les masses crayeuses se sont éboulées sur la paroi N. de la

tranchée de la Source; on y voyait des pyramides de craie, avec un chapeau de terre végétale, rappelant, en miniature, les *témoins* des Causses de l'Aveyron et du Tarn.

Tranchée d'Hardricourt. — C'est l'une des plus difficiles que la Compagnie de l'Ouest ait eu à creuser : pendant l'exécution des travaux, l'argile a subi un mouvement de glissement vers la Seine. Aussi, une légère modification du tracé primitif a-t-elle été jugée nécessaire. Le talus, dont la pente est adoucie, a été assaini au moyen d'un drainage et soutenu par une série d'éperons, pénétrant dans la base du coteau.

Dans cette tranchée commence à apparaître nettement la *Craie à Magas* (c⁸), surmontée par les marnes de Meudon.

Le *Calcaire pisolithique* n'apparaît pas sur la voie, il est visible à 800^m au N., derrière l'usine à gaz de Meulan. Il présente un escarpement de 5^m environ, et sa position indique bien qu'il occupe une dépression par ravinement de la Craie.

Ce calcaire présente des lits obliques, de stratification entrecroisée; il est, par place, à l'état presque pulvérulent, surtout dans les points où l'action atmosphérique a pu s'exercer pendant quelque temps; ailleurs, il est compacte, et il affecte la texture spathique du *Calcaire à entroques*, signalée déjà, par nous, sur le territoire de Saint-Cloud (1).

Le Calcaire pisolithique est visible également dans le chemin qui, du Gazomètre, monte vers le cimetière, en traversant la petite rivière de l'*Aubette*; il est surmonté par l'*Argile plastique* et les *Sables du Soissonnais*, avec rognons gréseux, chargés de *limonite*.

Traversée de la vallée de la Montcient et de l'Aubette. — Les sondages exécutés pour l'établissement des trois viaducs ont révélé une épaisseur inattendue des terrains de transport. Nous donnons la coupe de l'un de ces sondages :

Coupe D.

Sondage de la vallée de la Montcient et de l'Aubette (Meulan).

(Alt. du sol : 23,40).

Terrains rapportés.....	2 ^m ,70
Sable argileux.....	0,95
Gros gravier. Débris de tuiles et sables.....	1,00

(1) Voir : *Le chemin de fer des Moulinaux*, in : *Bull. de la Société d'Études Scientifiques de Paris* (1890).

— Niveau de l'eau.

Vase molle et sable	0,55
Sable blanc, argileux.....	1,00
Argile sableuse, jaune, compacte.....	0,90
Sable argileux, jaunâtre.....	1,60
Sable verdâtre.....	0,20
Argile bleuâtre	0,10
— noirâtre, <i>tourbeuse</i>	1,45
Sable jaunâtre, fin, un peu mouvant.....	3,05
Argile marneuse, très ferme.....	0,30
<i>Craie blanche</i> à silex.....	0,45

Tunnel et tranchée de Meulan. — La longueur du *Tunnel de Meulan* est de 470^m, avec pente, vers l'O., de 1/2 pour cent. Aucun puits n'a été conservé pour l'exécution, mais les sondages effectués pour les études du tracé de la ligne ont donné la coupe des terrains supérieurs.

La *tête O.* du souterrain est dans la *Craie à Magas* (c⁸), qui forme un escarpement au niveau et au-dessous de l'orifice, avec marnes de Meudon, tandis que la *tête E.* est creusée dans l'*Argile plastique* avec niveaux coquilliers (*Argile à Cyrènes*); les *Sables de Cuise* sont visibles un peu au-delà, dans la tranchée, à l'E. du souterrain.

Les couches tertiaires, reposant sur la *Craie*, viennent ainsi traverser *en oblique* le tunnel, l'ascension des plans de contact des divers niveaux étant de l'E. à l'O. (Voir la Plaque XXIII) (Kil. 30,5 à Kil. 21,3).

La *Craie* est encore visible dans une distillerie, au coin de la Grande-Rue de Meulan et de la rue de la Côte-Lécuyer; elle forme un escarpement de 4^m environ au-dessous de la voie. On la retrouve, plus loin, sur la Route nationale n° 13, vers Paris, à la cote 30^m, puis elle disparaît sous les alluvions.

Tranchées de Meulan et de Thun. — C'est à partir de la sortie E. du Tunnel que peuvent s'observer les traces des *failles* qui ont disloqué le coteau de l'*Hautil* ou *Hautie*. De Meulan à Vaux, les tranchées ne donnent que des coupes de roches disloquées (*Calcaire grossier Sables* et *Grès* du niveau de *Beauchamp*; *Calcaire de Saint-Ouen*).

Au Kil. 30,1, les *Sables glauconieux*, avec *galets noirs*, sont bien visibles; ils sont surmontés par les *Sables de Cuise*, de couleur fauve.

Au dessus de la voie, à la *Ferme Mercier*, nous avons relevé la coupe suivante :

Coupe E.

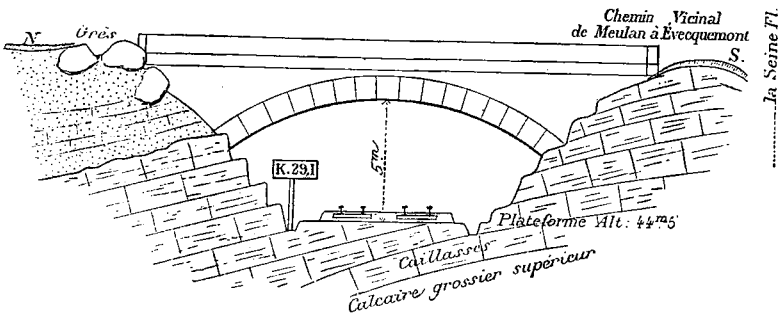
(Alt. : 75^m)

Quaternaire	{	Terre végétale, calcareuse	0 ^m 50
		Limon calcaire	1,00
		Marne sableuse	1,80
Caillasses du C. G. S. (e ₁)	{	Calcaire siliceux	0,45
		Filet argileux	0,05
		Calcaire siliceux	0,40
		Marne verte, fissile	0,45
		Calcaire siliceux (Banc vert)	0,40
Calcaire grossier moyen. (e ₁₁)	{	Marne verte	0,10
		Calcaire miliolitique (<i>Banc royal</i>) visible sur	2 ^m

Les couches plongent nettement vers l'intérieur du coteau, c'est-à-dire au N. Le contact des *Sables moyens* et du *Calcaire grossier* se trouve, à la cote 90^m environ, sur le petit plateau boisé qui domine Meulan. On doit admettre qu'une faille, parallèle à la direction de la Seine, a affecté les couches tertiaires en ce point. La dénivellation est de 15^m environ.

Au droit d'un pont biais (Kil : 29,1) on pouvait voir le *Calcaire grossier supérieur*, à Cérithes, surmonté par des grès calcaireux (*Sables moyens*), disloqués, plongeant, d'une manière frappante, vers le N. (Fig. 4).

Fig. 4. — Détail sur un pont, à Thun (Meulan).



Au-dessus de ce point s'ouvrent deux carrières, l'une de calcaire argileux, propre à la fabrication de la *chaux hydraulique*, l'autre de gypse (carrière Sébillotte).

Nous devons à l'obligeance du propriétaire de pouvoir donner la coupe détaillée de la carrière à chaux.

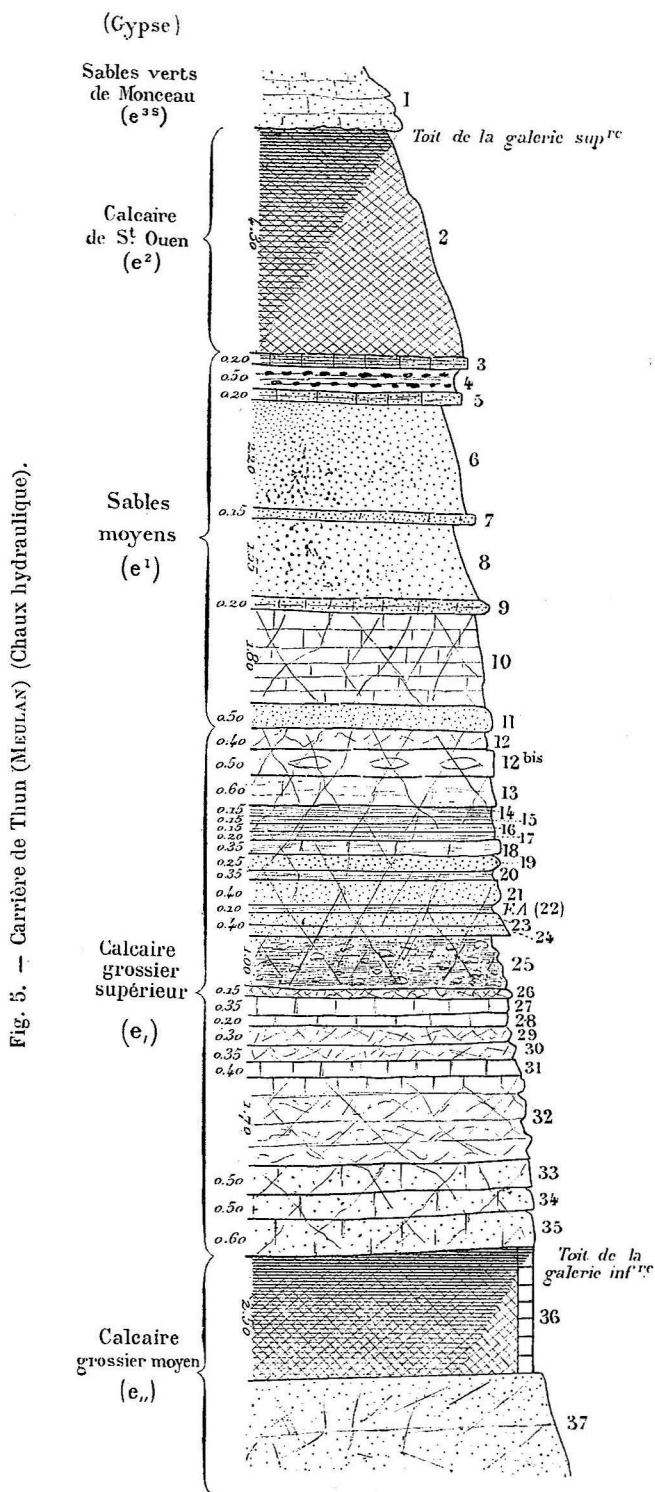


Fig. 5. — Carrière de Thun (MEULAN) (Chaux hydraulique).

Légende de la coupe F (Fig. 5)

(Carrière à chaux hydraulique de *Thun* (Meulan).

<i>Saint-Ouen</i> (e ²).	}	1. Sables verdâtres.....	
		2. Calcaire marneux, exploité <i>en galerie</i> , pour la fabrication de la chaux hydraulique.....	4 ^m 30
<i>Sables moyens</i> (e ¹).	}	3. Grès vert, feuilleté.....	0,20
		4. Marne mélangée de silex blanc et de sable vert.....	0,50
		5. Grès vert.....	0,20
		6. Sable vert, fin.....	2,20
		7. Grès vert.....	0,15
		8. Sable vert-clair, fin.....	1,55
		9. Cliquant, fin.....	0,20
		10. Calcaire dur, poreux, verdâtre.....	1,80
		11. Calcaire demi-dur, poreux, un peu sableux, taché de jaune.....	0,50
<i>Alt. : 80^m</i>			
<i>Calcaire grossier supérieur</i> (e ₁).	}	12 } Cliquant } jaune-clair fragmenté... ..	0 ^m 40
		12bis } dur, fin } taché d'amandes blanches	0,50
		13. Cliquant très dur, fin, compacte, dit <i>Pavé blanc</i>	0,60
		14. Calcaire marneux, blanc, tendre....	0,15
		15. Cliquant dur, verdâtre.....	0,15
		16. Calcaire jaunâtre, tendre.....	0,15
		17. — jaunâtre, poreux, tendre....	0,20
		18. — dur, blanc.....	0,35
		19. — demi-dur, avec nœuds durs.	0,25
		20. Marne blanche, fine, grasse.....	0,35
		21. Cliquant grossier, poreux.....	0,40
		22. Filet d'argile ferrugineuse.....	0,10
		23. } Cliquant grossier, poreux.....	0,40
		24. }	
		25. Marne fine, jaunâtre, avec rognons de silex.....	1,00
		26. Cliquant fragmenté, cristallin.....	0,15
		27. — blanc, tendre, avec nœuds durs	0,35
		28. Calcaire demi-dur, fin.....	0,20
29. Cliquant gris fin, fragmenté.....	0,30		
30. — — —.....	0,35		
31. Cliquant (le Banc <i>franc</i>).....	0,40		
32. — (divisé en 6 bancs).....	1,70		
33. Calcaire jaune, taché de blanc.....	0,50		
34. — coquillier (<i>Saint-Nom</i>).....	0,60		
35. Cliquant coquillier (»).....	0,60		
36. Calcaire argileux, exploité <i>en galerie</i> , pour la fabrication de la chaux hydraulique.....	2,50		
<i>Calcaire grossier moyen</i> (e ₁₁).	}	37. Calcaire dur.....	1,00 et plus

On voit, dans cette exploitation, sur une même coupe verticale, le *Calcaire grossier moyen et supérieur*, les *Sables moyens*, avec leurs assises de grès calcaireux ou siliceux, le *Saint-Ouen*, employé à la fabrication de la chaux hydraulique, enfin les *Sables infra-gypseux*.

— Les *Tranchées du Vieux-four-à-chaux et du Parc de Vaux* ne nous ont fourni aucune coupe importante. Dans le ravin du *Tertre*, les calcaires sableux, glauconifères, du *Calcaire grossier inférieur*, affleurent au-dessous du niveau de la voie; les fondations d'un ponceau (Kil : 27,3) ont atteint des sables roux, aquifères (*Sables de Cuise*), surmontés de sables verdâtres, calcaireux (C. G. I.).

— La *Tranchée de la Station de Vaux* a donné une belle coupe dans le *Calcaire grossier moyen*; le calcaire grossier supérieur est masqué par des éboulis puissants.

Le *Vallon du Temple* (dit des *Bas-Vals*), qui a nécessité la construction d'un important viaduc (Kil : 26,1), laisse voir au fond dans l'axe de la ligne ferrée un petit affleurement de *Sables de Cuise*; les dépôts de pente ont une grande épaisseur; le fait est général: il se reproduit à chaque traversée de ravins. L'inclinaison très prononcée du coteau, qui donne à l'Hautil l'aspect d'une petite montagne, explique parfaitement cette particularité.

Au-dessus du chemin de fer, et au droit du Kil. 25,2, une ancienne exploitation de moëllons montre le contact des *Sables moyens* et du *Calcaire grossier* à 60^m de hauteur absolue; celui du *Saint-Ouen* et des *Sables moyens* est à une dizaine de mètres au-dessus.

A la cote 100^m, s'ouvrent les galeries des trois carrières de pierre à plâtre des *Hauts-Monts* (ou *Saint-Nicaise*), de la *Mécanique* (aujourd'hui abandonnée) et du *Port-Maron*; on n'exploite, dans l'Hautie, que la *Haute masse*, dont la puissance est de 5 à 9^m.

M. l'Ingénieur des Mines L. Janet, qui a bien voulu nous accompagner dans plusieurs de nos courses, nous a communiqué le détail des couches que M. Dubray exploite aux Hauts-Monts :

Coupe G.

Souchet (<i>gypse saccharoïde</i>)	0 ^m 75 d'épaisseur.
Banc mou.....	0,57
Gros dur.....	0,40
Jaune tendre.....	0,60
Bouzeineux.....	0,45
Gris	0,40
Glingueux.....	0,40

Petit glingueux.....	0,40
Brioche.....	0,60
Banc rouge.....	0,65
Gros banc, demi-dur.....	0,60
Banc.....	0,30
Jaune dur.....	0,65
Bleu dur.....	0,60
Banc de fond.....	0,50
Total :	8,85

Dans la pratique, on laisse un *ciel* de 0^m,50 à 1^m d'épaisseur. Au-dessus, commence la série des *Marnes supra-gypseuses*.

Entre les Hauts-Monts et Meulan, le plâtre est activement exploité sur plusieurs points; l'extraction se fait toujours par galeries (*Carrière Sébillotte, Carrière Raulet, dite de Fort-Vache, et Carrière Maître, dite du Joncquet*).

Tranchées du Port-Maron, des Basses Parties, de la Côte-Mathias et de l'Échenet. — Les deux premières sont creusées dans le *Calcaire grossier* (éboulé); à celle de la *Côte-Mathias*, on voit un beau développement de *Sables moyens* avec grès calcaireux, surmontant le *Calcaire grossier* supérieur.

En voici la coupe détaillée :

(Kil : 24,3).

Coupe H. — Tranchée de la *Côte-Mathias* (Triel).

<i>Quaternaire</i>	{	Terre végétale.....	}	1 ^m 50	
		Eboulis sableux.....			
<i>Sables moyens</i> (e ¹)	{	Grès calcaireux.....	}	0,30	
		Sables siliceux, fins, jaunâtres, à stratification oblique.....		2,00	
		Grès tabulaire.....		}	0,65
		— calcaireux, avec perforations de lithodomes.....			
		Lit fossilifère : <i>Cythérées</i> , etc.....			
		Sables altérés, verdâtres.....		}	1,20
(Blocs gréseux à la base).....					
<i>Calcaire grossier</i> <i>supérieur</i> (e.)	{	Calcaire siliceux, blanc.....	}	0,60	
		— blanc.....		0,20	
		Marnes blanches, et calcaire marneux.....		2,10	
		— grises, avec rognons.....		1,00	
		Calcaire siliceux, blanc.....		1,10	
		Marnes grises.....		0,20	
Calcaire siliceux, tabulaire.....	0,40 et plus				

(Plateforme de la voie : Alt. = 46^m).

A la *tranchée* suivante, dite de l'*Échenet*, l'ancienne *Carrière Binet* nous a donné une série intéressante des couches :

(Kil : 24,1).

Coupe I. — Ravin de la Carrière Binet (Triel).

<i>Quaternaire</i>	}	Terre végétale.....	1 ^m 00	
		Éboulis calcaire.....	2,00	
<i>Calcaire grossier supérieur (e.)</i>	}	Calcaire siliceux, en bancs.....	2,00	
		Filet argileux.....	0,20	
		Calcaire siliceux, blanc.....	0,50	
		Filet marneux.....	0,10	
		Alternance de calcaire siliceux et de marne blanche.....	1,65	
		Calcaire dur, celluleux.....	0,45	
		Calcaire siliceux, avec filets de marnes.	0,60	
		Calcaire à Cérithes.....	0,45	
		(Plateforme de la voie : Alt. = 47 ^m)		
		Alternance de Calcaire siliceux et de filets argileux, avec <i>pseudomorphoses siliceuses</i> de gypse lenticulaire.	0,60	
		Calcaire siliceux, en bancs.....	0,60	
		Filet argileux		
		Calcaire siliceux.....	0,20	
		Filet argileux.		
		Marnes blanchâtres et jaunâtres.....	0,25	
Filet argileux				
Calcaire siliceux.....	0,10			
Filet argileux.				
Zone de silix carié.....	0,10			
Calcaire siliceux (à Cérithes, à la base).	0,40			
Filet marneux (<i>Banc vert</i>).				
<i>Calcaire grossier moyen (e.,)</i>	}	Calcaire à <i>miliolites</i> , dur, sonore.....	1 ^m 10	
		— — fin, jaunâtre (<i>empreintes végétales</i>).....	0,40	
		Calcaire en bancs bien réglés (<i>Banc royal</i>) (Route passant sous le viaduc).....	5,00	

— A la *Tranchée des Glaisières*, une *faille* oblique fait buter les *Sables moyens* contre le *Saint-Ouen*; voici la succession que nous avons observée à l'O. de cette faille.

Coupe J. — Tranchée des Glaisières (Triel).

<i>Saint-Ouen (e²)</i>	}	Terre végétale, avec blocs calcaires.....	0 ^m 80
		Calcaire crème, fragile, sonore.....	0,20
		Marne blanche.....	0,10
		Calcaire.....	0,10
		Marne blanche.....	0,20
		Calcaire blanc-crème, à mouchetures vertes.	1,10

Sables moyens (e ¹)	(Horizon de Beauchamp)	}	Sables argileux, verdâtres au sommet, blancs à la base, à <i>Ostrea cucullaris</i>	0,20
			Grès tabulaire, mamelonné, avec lits de fossiles au sommet.....	0,55
			Sables ligniteux au sommet, verdâtres à la base	0,40
			Sables stratifiés; lits de couleurs variées; grès mamelonnés.....	0,30
	(Horizon d'Auvers)	}	Sables calcareux, avec lits fossilifères au sommet : <i>Cerithium mutabile</i> , etc.....	1,10
			Grès tabulaire, divisé, par places, en deux bancs	0,65
			Sables calcareux, légèrement agglutinés, stratifiés en lits obliques	1,00
			Grès calcareux	0,50
			Sables jaunâtres.....	1,00
		visibles sur	1,00

(Plateforme de la voie : Alt. = 49^m5).

— *Tranchées du Vieux-Château et de Triel.* — Elles sont séparées par le viaduc qui franchit le vallon du bourg de Triel.

La succession est identique dans les deux coupes :

Au-dessous des *Calcaires palustres de Saint-Ouen* se développe un grès siliceux, parfois de couleur noirâtre, lustré, à cassure esquilleuse, renfermant des lits où les fossiles marins abondent; on y reconnaît la faune-type de Beauchamp. L'horizon paléontologique supérieur des *Sables moyens* (dit de Mortefontaine ou *Grès à Avicules*) paraît manquer à Triel. Sur d'autres points, le grès est friable, et il comprend des niveaux de sables siliceux, fins, assez purs, qui nous ont fourni une faunule intéressante :

Nous citerons :

FAUNULE DE TRIEL (S. et O.)

GASTÉROPODES :

Oliva (*Olivella*) *Laumonti* Lamk. sp.

Buccinum (*Tritonidea*) *subandrei* d'Orb. sp.

Cerithium mutabile Lamk.

— *tuberculosum* Lamk. (variété de Beauchamp).

— *crenatulatum* Desh.

— *perditum* Bayan.

— *bicarinatum* Lamk.

- Turritella* (Mesalia) *Heberti* Desh. sp.
Melania nitidula Desh.
 — (Bayania) *hordacea* Lamk. sp.
 — id. *subornata* Desh.
Bithinia mediana Desh.
Calyptraea trochiformis Lamk.
Xenophora cumulans Brong. sp.
Natica (Naticina) *Hantoniensis* Pilkington.
 — *lineolata* Desh.
 — *parisiensis* d'Orbigny.
Ampullina Edwardsi Desh. sp.
Delphinula (Collonia) *striata* Lamk. sp.

PÉLÉCYPODES :

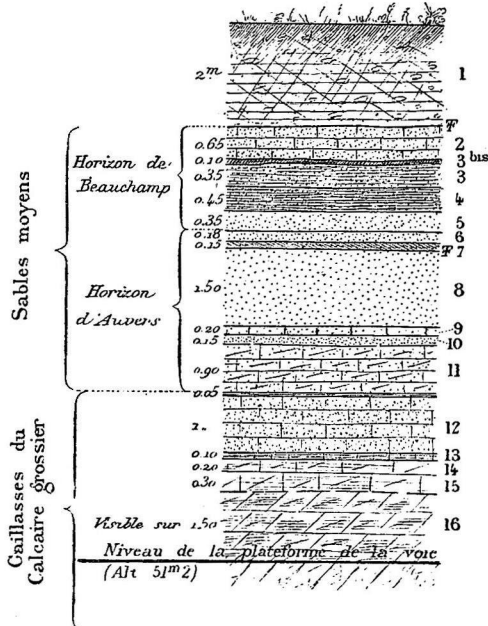
- Ostrea lamellaris* Desh.
 — *cucullaris* Lamk.
Trinacria media Desh. sp.
 — *crassa* id.
 — *mixta* Mayer.
Cardita divergens Desh.
 — *sulcata* Solander, sp.
Cardium obliquum Lamk.
Cytherea (Tivelina) *elegans* Lamk. sp.
Venerupis globosa Desh.
Cyrena (Corbicula) *deperdita* Lamk. sp.
Corbula gallicula Desh.
 — *ficus* Brander.
Lucina saxorum Lamk.
Tellina excluda Desh.

Un deuxième banc fossilifère apparaît plus bas; il est caractérisé par la présence de nombreuses huîtres.

Nous donnons, ci-après, le détail des couches de la *tranchée du Vieux-Château*, où un emprunt de terre a mis à nu les couches en un point où les dislocations n'en ont pas modifié la succession :

Kil : 23,4.

Fig. 6. — Tranchée du *Vieux-Château* (Triel).



Légende de la Coupe K (Fig. 6).

(Tranchée du *Vieux-Château*, (Triel).

Quaternaire	}	1.	{ Terre végétale..... Éboulis calcaro-argileux.....	} 2 ^m 00
Sables moyens (e ¹)	{	2.	{ Grès mamelonné à ciment siliceux, noirâtre..... Lit de fossiles au sommet: Cyrènes, Cérithes, etc.....	} 0,65
	{	3&3 bis	Sables ligniteux, verdâtres.....	0,45
	{	4.	— stratifiés, jaunes et rouges.....	0,45
	{	5.	— verdâtres.....	0,35
	{	6.	— stratifiés, jaunes, calcaireux; nombreux fossiles.....	0,18
	{	7.	— Huitres, Cardites, etc.....	0,15
	{	8.	— calcaireux, jaunes, à miliolites....	1,50
	{	9.	Grès calcaireux.....	0,20
	{	10.	Sables silico-calcaires.....	0,15
	{	11.	Grès grossier, calcaireux, à miliolites....	0,90
	{	12.	{ Lits d'argile verte et d'argile ferrugineuse Calcaire sableux, bistre ou verdâtre....	0,05 1,00
Calcaire grossier supérieur (e ₁)	{	13.	Marne blanche.....	0,10
	{	14.	Calcaire caillasse blanc.....	0,20
	{	15.	— blanc.....	0,30
	{	16.	Marnes grisâtres et calcaires-caillasses visibles sur.....	1,50

(Plateforme de la voie. — Alt. = 51,2).

La base du système des *Sables moyens* est constituée par un calcaire gréseux, jaunâtre, miliolitique, que nous n'hésitons pas à identifier au *Grès d'Auvers*. Les couches sous-jacentes sont marneuses (*Caillasses*), et la zone de contact porte la trace de nombreuses perforations de lithodomes.

Au-dessus de Triel, au hameau de Pissefontaine, M. Vallée exploite la pierre à plâtre. Voici le détail des couches, en ce point du coteau :

Coupe L.

		Meulière de Beauce.			
		Sables supérieurs.			
		Marnes et Glaises vertes.			
	<i>Oligocène</i>				
		Marne bleue.....	3 ^m 50		
	<i>Marnes supra-gypseuses</i>				
		Ciel de la Carrière (Gypse).	1,50		
Formation gypseuse	Haute-masse ou I ^{re} masse du Gypse (e ³ e)	Piedres tendres.	Partie exploitée : 7 ^m 45		
				Souchet.....	0 ^m 80
				Cale du banc mou.....	0,10
				Banc mou.....	0,50
				Gros dur.....	0,50
				Jaune.....	0,50
				Bousineux.....	0,45
				Gris.....	0,35
				Gros glindeux.....	0,50
				Petit glindeux.....	0,30
				Brioche.....	0,55
				Banc rouge.....	0,50
				Gros banc, <i>demi-dur</i>	1,10
				Banc <i>dur</i>	1,30
				<i>Sous-pieds</i> (non exploités).....	0,90
	Marnes.....	0,85			
	II ^e masse dite « Pierre à Jésus » (non exploitée) ..	3,60			
	Glaises				
	Grès dur (Grès-infra-gypseux) (e ³ s).				

Tranchées des Chatelets, des Cottons et des Marottes. — Elles sont peu profondes, et n'ont pas dépassé les dépôts quaternaires, limons et diluvium.

Au Kil. 20,7, nous avons relevé la coupe suivante :

Coupe M.

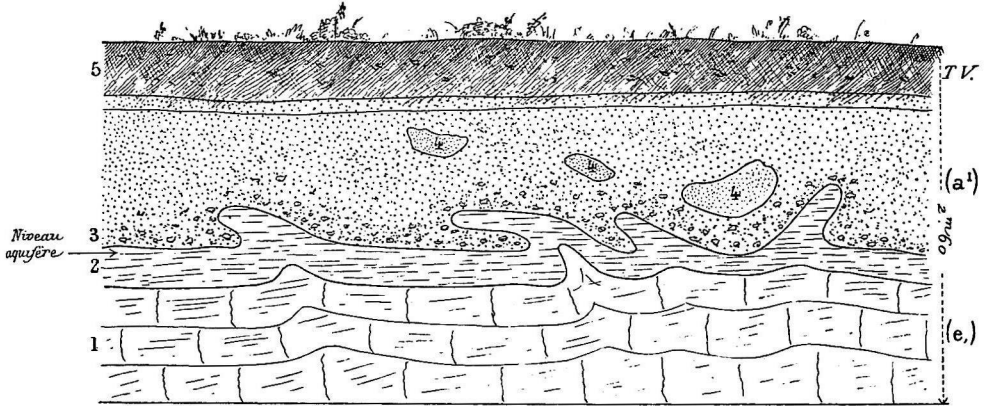
Terre végétale noircie par des débris organiques d'origine végétale, dite « terre de bruyère ».....	0 ^m 60
Sables diluviens, verdâtres.....	1,60
Éboulis de sables rouges, très caillouteux, avec débris de Meulières.....	1,00

(Plateforme de la voie : Alt. = 51^m50).

Au Kil. : 49,6, voici quelle était la disposition des dépôts quaternaires reposant sur les *Caillasses* très ravinées :

Fig. 7.

Plaine de Chanteloup.



Légende de la Coupe N (Fig. 7).

(Plateforme de la voie. Alt. : 50^m8).

Quaternaire (a ¹).	{	5. Terre végétale, brunâtre.
		4. Paquets ou poches de sables diluviens, gris.
Calcaire grossier supérieur (e ₁)	{	3. Sables rougeâtres, avec silex roulés.
		2. Marnes blanchâtres, très contournées (Niveau aquifère).
		1. Calcaire tabulaire, disloqué, contourné au sommet.

Cette coupe, et celles que l'on peut voir sur différents points de la plaine de Chanteloup, mettent en évidence ce fait que, après le dépôt de la nappe diluvienne, des éboulis des hauteurs voisines sont venus recouvrir, en partie, les terrains de transport. L'élément dominant de ces éboulis est le sable micacé des *Sables supérieurs* avec débris de meulière. L'argile a été fournie par les Marnes du *Saint-Ouen*, du *Gypse*, et des *Meulière de Beauce*.

Enfin, au-dessus de ces éboulis, s'est déposé un nouvel horizon de *diluvium sableux*, dont la teinte verdâtre est caractéristique; cette superposition peut éclairer sur les phases successives du creusement des vallées dans le bassin parisien; nous reviendrons plus loin sur ce sujet.

Le *Calcaire grossier* atteint une grande puissance dans la plaine de Chanteloup. On sait qu'il est exploité activement sur le territoire

de Carrières-sous-Poissy, où il forme une falaise peu élevée qui domine la R. D. de la Seine, contre laquelle viennent buter les *alluvions* récentes.

A la Station d'Andrésy, établie à l'entrée de la *Tranchée des Tartres*, près du hameau de Trélan (Kil. : 18,7), un puits de 34^m de profondeur a traversé le *Calcaire grossier* supérieur et moyen et les *Sables du Soissonnais*. Voici la coupe relevée par les agents de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, et dont nous devons la communication à M. L. Cosserat, chef de section.

Coupe O.

<i>Quaternaire</i>	Terre végétale argilo-sableuse.....	1 ^m 00
<i>Calcaire grossier</i>	Marne argileuse mélangée de fragments calcaires	6,00
	Marnes demi-dures, en bancs.....	9,00
	Banc de roche.....	2,00
	Alternance de bancs tendres et demi-durs.....	6,30
	Poudingues constitués par des galets noirs de faibles dimensions, empâtés dans un Calcaire grossier, glauconieux	0,50
<i>Sables du Soissonnais</i>	Sables fins, roux, un peu argileux.....	4,20
	Sables fins, de couleur grise.....	4,90

L'eau se maintient à la cote 25^m20.

(Fond du puits à l'alt. 22^m10).

Ce sondage montre que le *Calcaire grossier* est séparé des *Sables du Soissonnais* par un lit de petits galets noirs, de faible épaisseur, mais très constant, dans tout le centre du Bassin tertiaire parisien ; il ne faut pas confondre ce niveau avec celui des galets de l'Horizon des *Sables de Sinceny*, qui séparent les *Sables de Cuise* des *Lignites* de l'*Argile plastique*, et que nous avons signalé antérieurement.

Le chemin de fer a fait disparaître un remarquable *puits naturel*, qui a été rencontré dans l'axe même du tracé. Nous en avons pris un croquis pendant le cours des travaux (juin 1890).

Cet accident géologique (Fig. 8) présentait la forme d'un cône dont la base, de faible dimension, était tournée vers le ciel ; il était rempli de limons argilo-sableux, très colorés par des sels et oxydes de fer. Divers niveaux de cailloux roulés se voyaient avec les limons et s'infléchissaient en suivant les parois du puits. Les couches de la roche encaissante présentaient une inflexion très marquée vers l'axe de la cavité. Dans ce cas particulier, aucun doute

ne peut exister quant au mode de remplissage du puits : c'est *du haut vers le bas* qu'il a dû avoir lieu.

M. Stanislas Meunier a signalé, il y a une quinzaine d'années environ, de nombreux accidents du même genre dans une carrière située près de la Route Nationale n° 13, entre Poissy et Triel (1). Les détails que donne le savant professeur sur la nature des dépôts de ces puits s'appliquent à celui que nous avons observé à Andrésy (Kil : 18,61).

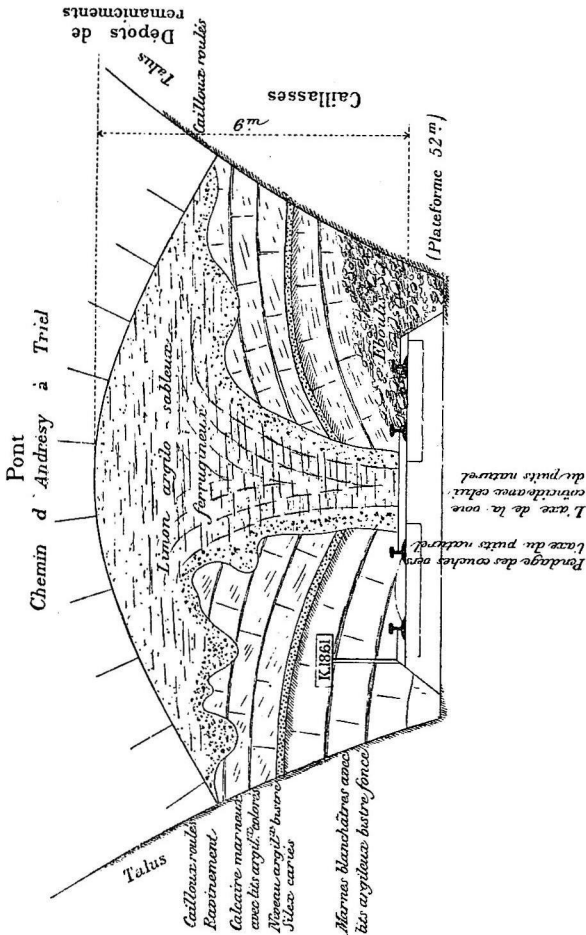
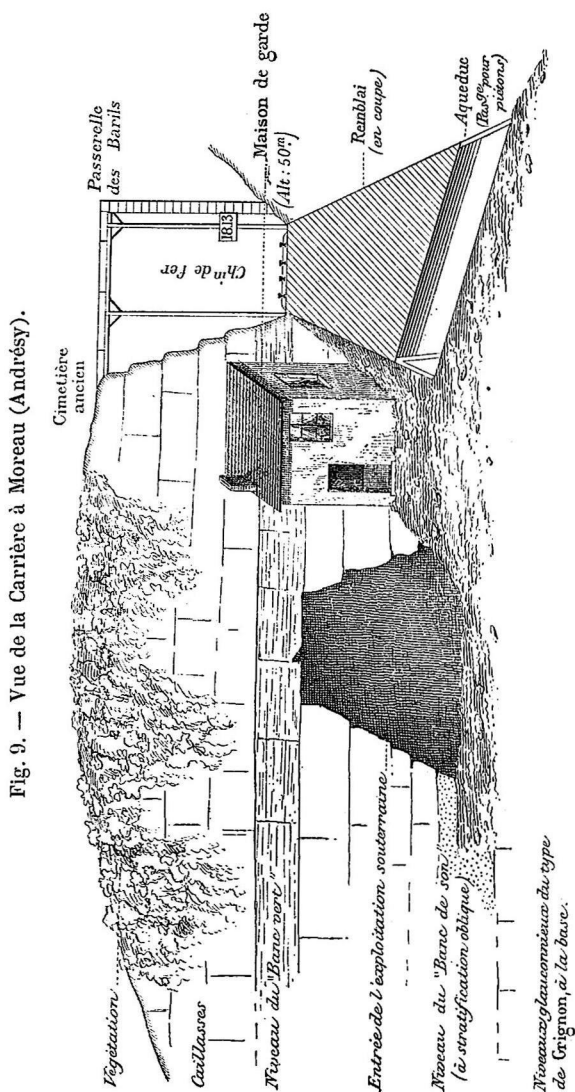


Fig. 8. — Puits naturel près de la station d'Andrésy.

(1) Voir : *La Nature*, 3^{me} année, 2^{me} semestre (Novembre 1875), p. 353, avec fig.

Le chemin de fer franchit en remblai l'ancienne carrière de moellons calcaires, connue sous le nom de « Carrière à Moreau » (Kil : 18,13) (Fig. 9).



La paroi verticale qui domine la voie, un peu plus loin, nous a fourni la coupe suivante (Kil : 18,05).

Coupe P.

Quaternaire	}	Eboulis sablo-argileux; quelques blocs de grès (<i>Sables moyens</i>); limons remaniés.....	1 ^m 50
		Marnes grisâtres renfermant des pseudomor- phoses de gypse.....	1 ^m 00
		Calcaire dolomitique.....	0,35
		Banc de marnes dolomitiques.....	0,40
		Filet argileux avec quartz (<i>silex carié</i>).....	0,02
		Banc de calcaire siliceux.....	0,30
		Calcaire dolomitique jaunâtre.....	0,35
		Banc de calcaire siliceux.....	0,25
		Filet argileux.....	0,03
		Banc de calcaire siliceux.....	0,30
Calcaire grossier supérieur (e ₁)	}	Filet argileux.....	0,05
		Calcaire siliceux, régulièrement stratifié....	0,35
		Banc ferrugineux.....	1,00
		Filet d'argile verte.....	0,03
		Tablette de calcaire siliceux à <i>Cerithium lapi- dum</i> ; enduits ferrugineux.....	0,20
		Calcaire siliceux.....	0,05
		Filet d'argile grise.....	0,06
		Calcaire siliceux, coquillier, avec veines de silice cariée.....	0,50
		Marnes vert-jaunâtre, bien stratifiées.....	0,02
		Calcaire à <i>miliolites</i> et à nombreux <i>Cérithes</i> , très dur.....	0 ^m 35
Calcaire à <i>miliolites</i> , jaunâtre, assez dur....	0,60		
		(Muraillement : 1 ^m).	

(Plateforme de la voie. Alt. = 49^m5)

C'est au-dessus de cet escarpement, au lieu dit « les Barils », que les travaux ont mis à jour un très remarquable cimetière ancien, dont l'étude détaillée est due à M. L. Cosserat. L'examen des ossements recueillis a été fait au Laboratoire de l'École d'Anthropologie (1), par M. le Dr Manouvrier.

La grande *Tranchée d'Andrésy* montre, dans tous ces détails, les *Caillasses* et le *Calcaire grossier* moyen; sa profondeur dépasse 15 mètres.

(1) Voir L. COSSERAT : *Cimetière mérovingien d'Andrésy* (S. et O.). — Notice. May et Motterotz, in-folio, 23 p., 10 pl.

[Publié par les soins de la Compagnie de l'Ouest et présenté à l'Ac. des Inscriptions et Belles-Lettres, dans la séance du 23 décembre 1891, par M. Héron de Villefosse.]

— Association Française pour l'avancement des Sciences; Session de Limoges; 1890. 1^{re} partie : p. 224 et 227. 2^{me} partie : p. 573, avec planches.

— *La Nature* : 18^e année, 2^e semestre, n^o 91, p. 359 (Novembre 1890).

Voici la suite des couches que l'on peut observer au Kil. : 17,45

		Coupe P ¹ .	
<i>Quaternaire</i>		Terre végétale argilo-sableuse.....	2 ^m 00
		Calcaire siliceux en petits bancs.....	2 00
		Tablette de calcaire dolomitique.....	0 25
		Calcaire dolomitique, pulvérulent.....	0 60
		Veine de silice cariée.....	0 25
		Calcaire pulvérulent.....	0 70
		Tablette de calcaire siliceux.....	0 30
		Calcaire en petits bancs.....	0 80
		Tablette de calcaire dolomitique, à <i>Cérithes</i>	0 30
		Calcaire siliceux, fragmenté, avec veines argileuses, verdâtres, pseudomorphoses de gypse, etc.....	1 80
<i>Calcaire grossier supérieur (e₁)</i>	}	g { Filets argileux, verdâtres, à <i>Cérithes</i> ...	0 05
		g { Tablettes de calcaire siliceux, à <i>Cerithium lapidum</i>	0 08
		Argile stratifiée, grise.....	0 06
		f { Calcaire à <i>miliolites</i> , dur, jaunâtre....	0 20
		f { 2 ^{me} banc — plus blanc....	0 40
		e Marne blanche, friable.....	0 20
		d Calcaire à milioles et <i>Cérithes</i> . <i>Lucines</i> , etc.....	0 40
		c Banc régulier de calcaires à <i>milioles</i> , jaunâtre.....	1 00
		b Calcaire marneux verdâtre, pétri de <i>Cérithes</i> , <i>Lucines</i> , <i>Nalices</i> , etc.....	0 30
<i>Calcaire grossier moyen (e₁₁)</i>	}	a Calcaire grossier à tubulures (Zone à <i>Cardium aviculare</i> , <i>Lucina concentrica</i> , <i>Orbitolites complanata</i> , etc.)..	0 30
			(Muraillement).

(Plateforme de la voie. Alt. : 45^m6 à 3^m en contre-bas de la couche à *Cardium aviculare*).

A 200^m plus au N., un puissant *dépôt de pente* apparaît au sommet de la tranchée ; il se continue jusqu'à la plaine de l'Oise, où il se fond insensiblement avec la nappe diluvienne du confluent de la Seine et de son tributaire.

La coupe est la suivante au Kil. : 17,35 :

		Coupe Q.	
<i>Quaternaire</i>		Limons argilo-sableux.....	6 ^m 00
	}	g Marne blanche avec lits calcaires.....	0,45
<i>Calcaire grossier supérieur (e₁)</i>		f { Calcaire siliceux, granuleux, miliolitique, avec points ferrugineux.....	0,30
		f { Calcaire dur à <i>miliolites</i> , blanchâtre, à cassure esquilleuse, avec <i>Cerithium cristatum</i> , etc.....	0,40

<i>Calcaire grossier supérieur</i> (e ₁) (suite)	}	d Calcaire grossier à <i>miliolites</i> , analogue au précédent	0,35	
		{	Calcaire siliceux, très dur, en 2 bancs ; ensemble	0,50
			c 2 ^m banc de Calcaire siliceux, blanc, à cassure esquilleuse (tablette continue). (peu fossilifère)	0,55
		b Calcaire à <i>miliolites</i> , tendre, à fossiles variés (niveau à <i>Orbitolites complanata</i>)	0,30	
<i>Calcaire grossier moyen</i> (e ₁₁)	}	a 2 ^m banc à <i>miliolites</i> , très fossilifère : Niveau à <i>Cardium aviculare</i> , <i>Lucina concentrica</i> , <i>Turritella fasciata</i> , <i>Terebellum convolutum</i> , etc.	0,25	
		Calcaire grossier, fin, moins fossilifère . .	0,40	
		Calcaire à <i>miliolites</i> , avec débris végétaux (Banc royal)	0,90	
		Calcaire fin, jaunâtre	0,25	
(Muraillement).				

(Plateforme de la voie : 0^m85 au-dessous du dernier banc. Alt. = 44^m6).

Enfin, à une centaine de mètres au-delà, la tranchée est tout entière dans les *dépôts quaternaires*; ces dépôts reposent sur le *Calcaire grossier moyen* (Zone à *Cardium aviculare*). On voyait la superposition suivante au Kil. : 17,2.

Coupe Q¹

<i>Quaternaire</i> (Dépôt de pente)	}	Terre végétale argilo-sableuse	0 ^m 20
		Limon terreux ameubli	1,80
		— brun compacte	1,50
		Limon à <i>poupées</i> calcaires, de couleur blanchâtre	2,00
<i>Quaternaire</i> (Diluvium)	}	Sable diluvien, demi-grossier, avec silex et blocs	0 ^m 30
		de <i>Calcaire grossier</i> (en deux zones)	0,20
<i>Calcaire grossier moyen</i>		Calcaire à <i>miliolites</i> (Zone à <i>Cardium aviculare</i>)	

(Plateforme de la voie. Alt. 44^m.)

Cette coupe montre nettement que, de même que dans la plaine de Chanteloup, les dépôts meubles de pente sont venus recouvrir les alluvions anciennes.

La vallée de l'Oise est franchie sur un remblai, d'une quinzaine de mètres de hauteur, et sur un pont métallique d'une grande hardiesse. L'Oise, qui a environ 90^m de largeur, est traversée au moyen d'une travée unique, sans pile intermédiaire; des viaducs métalliques, et un viaduc en maçonnerie relie entre elles les diverses sections du remblai.

Plusieurs sondages ont été exécutés pour l'établissement des

pires de ces grands ouvrages ; nous donnons ci-après la coupe du *Sondage n° 5*, foncé, dans l'axe de la ligne, au point d'intersection de celle-ci avec le *Chemin de fer d'Achères à Pontoise*, près du lieu dit « Fin d'Oise. »

Kil. : 15,93.

Coupe R.

<i>Plateformes des voies de</i>	{	la ligne de Mantes à Argenteuil. <i>Alt.</i> = 58 ^m 8.			
		la ligne d'Achères à Pontoise ... <i>Alt.</i> = 28 ^m 24.			
		Terrain naturel	<i>Alt.</i> = 22 ^m .		
<i>Terrain quaternaire</i>	{	(a ²) Argile jaune, tendre.....	1 ^m 53		
		— gris jaunâtre, tendre.....	1,72		
		— noire, tendre, avec débris de bois....	4,56		
		— grise, avec petits graviers.....	1,10		
		(a ¹) Sables verdâtres, argileux.....	0,33		
		— gris-verdâtres, fins.....	2,27		
		— gris-noirâtres, graviers et silex roulés..	0,14		
		— fins, quartzeux, grès avec veines d'argiles noires.....	6,24		
		<i>Argile plastique et Lignites</i> (e _{iv})	{	Argile noire, ligniteuse, un peu sableuse.....	0 ^m 83
				Veines de sables avec lignites.....	0,53
Argile bleuâtre et noirâtre.....	1,80				
(<i>Niveau de la mer : Alt. = 0.</i>)					
Argile grise, sableuse; quelques coquilles....	2,26				
<i>Marnes de Meudon</i> (e _{vi})	{	— bleue et blanchâtre....	0,49		
		— jaune, panachée.....	3,04		
		Marnes jaunâtres, crayeuses.....			
<i>Craie de Meudon</i> (c ⁸)	{	Craie blanche.....			

(Le sondage a été arrêté à la cote : *Alt.* — 6^m51).

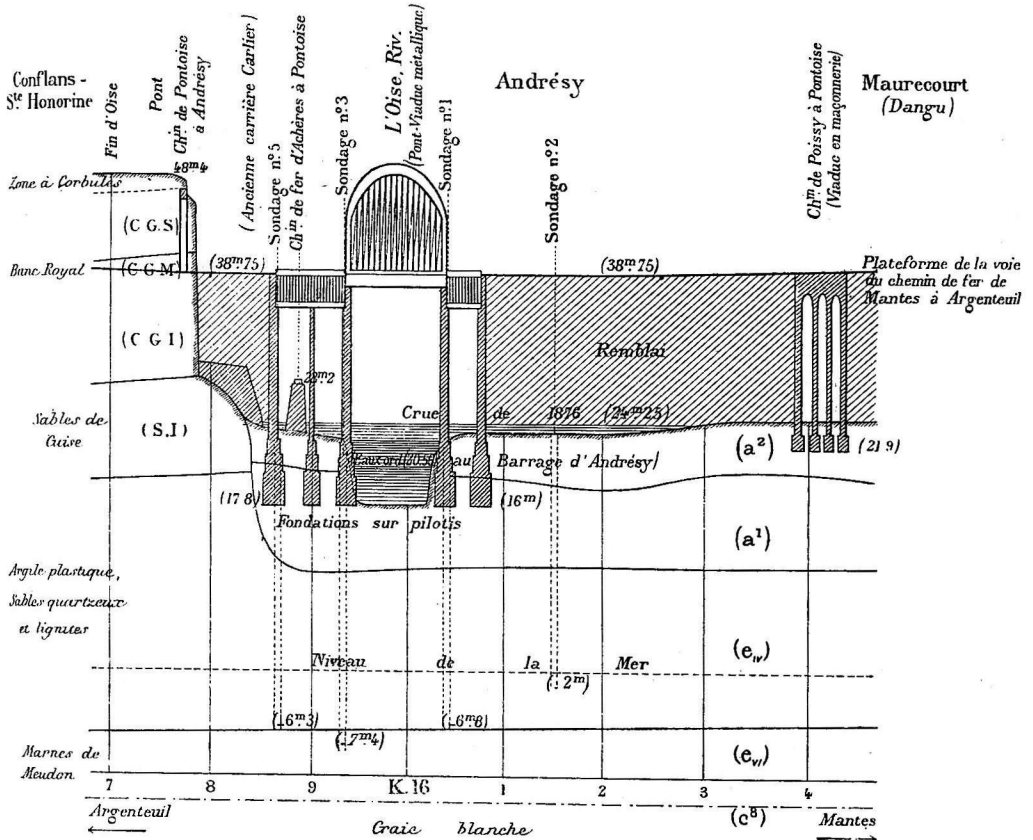
Les dépôts d'alluvions sont puissants dans la vallée de l'Oise; ils reposent sur l'Argile plastique et les Lignites du Soissonnais.

Avant d'atteindre la Craie blanche, normale, les sondages ont traversé une marne jaunâtre, crayeuse, qui est l'équivalent stratigraphique des Marnes de Meudon strontiano-magnésiennes (= Calcaire de Mons).

Tranchée de Fin d'Oise. — Après la traversée de l'Oise, le chemin de fer de Mantes à Argenteuil pénètre normalement dans le coteau escarpé qui domine la R. G. de la rivière, près de l'ancien moulin de Fin d'Oise; il traverse la *Carrière Carlier*, qui a été, en partie, comblée (Fig. 10).

Nous donnons ci-après la coupe de l'escarpement (Kil. : 15,8).

Fig. 10. — Falaise de Fin d'Oise (Conflans-S^{te}-Honorine)
(les hauteurs sont décuplées).



Coupe R¹. — Détail des couches de la tranchée et de la falaise de Fin d'Oise.

(Alt. du sommet de la tranchée : 48^m6)

Quaternaire	Terre végétale, calcareuse.....	0 ^m 20
	Blocaille calcaire	0,40
Calcaire grossier supérieur (e)	Tablette de calcaire siliceux à <i>Sphaeria rostrata</i> Lamk... 0 ^m 08 à 0,10	
	Calcaire siliceux, blanchâtre; fragmenté.....	0,80
	— — blanc au sommet, jaune à la base (<i>Cerithium lapidum</i>)	0,50
	Marnes stratifiées, blanches et jaunes.....	0,15
	Calcaire siliceux; <i>Cerithes</i> à la base	0,10
	— blanc, fragile	0,20
	— siliceux, dur (Zone moyenne avec <i>Cerithium lapidum</i>).....	0,60
	g — marneux, siliceux; jaune ou verdâtre à <i>Cerithium lapidum</i>	0,30
	f Marne verdâtre (2 ^e Banc vert).....	0,04
	e Calcaire miolitique	0,25
	d — siliceux dur, pétri de <i>Cerithes</i>	0,55
c — miolitique dur; nombreux fossiles: <i>Turritella fasciata</i> ; débris de <i>Nautilus</i> , etc.....	0,85	

Calcaire grossier inférieur et moyen (e _{II})	b	Calcaire tendre, verdâtre; délité (1 ^{er} Banc vert).....	0 ^m 20
	a	— dur, miliolitique; nombreux fossiles: (<i>Cardium aviculare</i> , <i>Lucina concentrica</i> , <i>Pinna</i> , etc).....	0,50
		— miliolitique à <i>Orbitolites complanata</i>	0,30
		— — à <i>Natices</i> , <i>Fuseaux</i> , etc.....	0,55
		— fin, délité, à <i>Lucines</i> , <i>Bryozoaires</i> et débris végétaux.	0,55
		Calcaire miliolitique (nombreux débris de végétaux inférieurs) .	0,40
		— à <i>Orbitolites complanata</i>	0,65
		— — — et nombreux mollusques marins	0,70
		Filet de glauconie	
		Calcaire friable, légèrement glauconieux.....	0,30
		<i>Plateforme de la voie (ligne de Mantes). Alt. : 58^m75</i>	
		Bancs de calcaire un peu glauconieux (bien réglés, exploités dans la région) .	4,80
		Calcaire miliolitique, un peu glauconieux; filet de glauconie au milieu.....	4,50
		Calcaire assez dur, glauconieux, un peu sableux.....	1,10
		— très dur, pétri de fossiles (zone à <i>Turritella imbricata</i>)	1
		Calcaire tendre, glauconieux; un peu sableux.....	0,40
		— assez dur.....	0,25
		Calcaire glauconieux, à <i>Cerithium giganteum</i> , en bancs bien réglés (<i>Banc à verrains</i>).....	1
	Niveau de la voie (Ch. de fer d'Achères à Pontoise) = Alt. : 28 ^m 85		
	Calcaire glauconieux, sableux; tendre.....	0,20	
	— — grenu.....	0,40	
	Sables du Soissonnais (e _{III}) Sables jaune-ocre de Cuise.....	4 ^m	
	Argile plastique et lignite (e _{IV}) Argile plastique.....	3 ^m et plus	

Niveau normal des eaux dans l'Oise au confluent. Alt. : 20^m56.

La *Tranchée de Fin d'Oise* a 1 kil. environ de longueur; elle est creusée, comme le montre la figure, dans le *Calcaire grossier* supérieur et la base du *Calcaire grossier* moyen, elle forme le pendant de la tranchée d'Andrézy.

Au kil. 15,3, un accident dolomitique très curieux affectait les bancs **c** à **g**, qui étaient transformés en un sable jaunâtre fin.

Les *Caillasses* du *C. G. S.* présentent, au sommet, des lits minces de calcaire siliceux et marneux, nettement stratifiés. Près du pont sur lequel passe le chemin vicinal de Neuville à Conflans-Sainte-Honorine, on voyait une série d'ondulations très accentuées: au-dessous des calcaires fragmentés, on pouvait distinguer une zone exclusivement siliceuse. Des blocs de silice, mamelonnés, étaient noyés dans des amas de sables et de silex cariés.

Coupe S.

Caillasses

T. V., calcareuse et sableuse par places (<i>S. M.</i> remaniés).....	0 ^m 40
Marne altérée avec blocs calcaires	0,80
— calcaire, blonde avec taches blanches; blocs calcaires noyés dans la masse, surtout vers la base de l'assise.....	2,00
Filet argileux.....	0,05
<i>Silex carié</i> (silice pulvérulente)	0,10 à 0,20
Marne bistre-clair, avec mouchetures de manganèse.....	0,25
Filet argileux	
Plaquette de calcaire compacte	0,10
Filet argileux	
Marne bistre-clair	0,10 à 0,45
Calcaire marneux.....	0,10
Banc calcaire, blanc, assez compacte.....	0,60

(Plateforme de la voie. Alt. = 45^m).

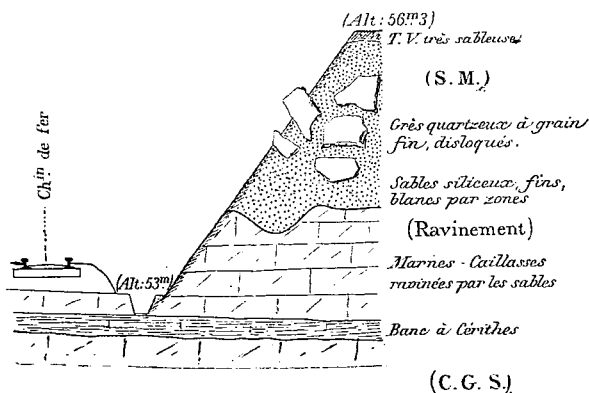
Les coupes précédentes montrent l'ordre de superposition des lits fossilifères du *Calcaire grossier*. Dans la région, la *Couche à Corbules* (*Sphaeria rostrata* Lamk. sp.) forme un bon repère stratigraphique; le *Banc vert* se dédouble; les deux niveaux sont séparés par un calcaire miliolitique à *Cérithes*, *Turritelles*, etc.

La *Glauconie* s'élève, dans la basse vallée de l'Oise, jusqu'à la zone à *Orbitolites complanata*.

Raccordement de Conflans à Éragny. — Il se maintient sur le plateau de Conflans. Sa longueur est de 4 kil. 1/2 environ.

La *Tranchée du Gibet* nous a donné une coupe intéressante dans les *Sables et grès moyens*, avec *Caillasses* à la base (Fig. 11).

Fig. 11. — Tranchée du Gibet. (Conflans Sainte-Honorine).



Au-dessous de la terre végétale, assez sableuse et ferrugineuse, par places, apparaissent des blocs de grès dans des positions variées. Ils sont soutenus par des sables quartzeux à grains émoussés, gris ou ocreux (*Sables moyens*), qui ravinent les *Caillasses*. D'après leur *faciès* et leurs caractères minéralogiques, ces grès appartiennent au « *niveau d'Auvers*. »

Les *Caillasses*, à l'état de calcaires assez grossiers à *Cérithes*, de *Cliquarts*, etc., ont été entamés à la base de la tranchée, notamment dans les fondations de la passerelle de la propriété Galoyer, au lieu dit « La Fontaine de Jouvence ». Un forage profond a été entrepris en ce point, il y a quelques années ; on l'a abandonné depuis, sans avoir atteint la nappe d'eau ascendante.

Tout autour de l'éminence du Gibet, les sables diminuent d'épaisseur, et ils se confondent insensiblement avec le terrain superficiel. Des blocs de grès arrondis apparaissent çà et là, au milieu des champs et des petits bois qui couvrent le plateau de Conflans.

L'un de nous a donné antérieurement (1) une coupe du sous-sol de ce plateau, au lieu dit le « Carrefour des Ambassadeurs ».

La nouvelle station de Conflans-Sainte-Honorine est établie au lieu dit *les Fours à chaux*. Le sol est à peine entamé en ce point ; mais l'avalure par laquelle passe la Route Nationale n° 184 montre, dans une ancienne carrière, les Bancs à *Cérithes* surmontant le Calcaire à *Miliolites*.

Nous y avons relevé la coupe suivante :

(Kil. : 14,3).

Coupe S¹.

Coupe au dessous du Pont de la Route Nationale 184 (Conflans-Sainte-Honorine).

(Plateforme de la voie. Alt. = 46^m).

<i>Quaternaire</i>	}	Remblai	4,90
		Terre végétale, calcareuse	1,40
		Blocaille calcaire.....	0 ^m 80
<i>Calcaire grossier supérieur</i> (e ₁)	}	Calcaire siliceux, tabulaire	0 ^m 20
		— — , bien stratifié, fragmenté..	1,40
		Filet argileux (brun ou vert)	0,05
		Calcaire siliceux blanc, fragmenté.....	0,60
		Lit d'argile grisâtre.....	0,05
		Calcaire en plaquettes, dur, brunâtre, fossilifère (<i>Cérithes</i> , <i>Corbules</i> , <i>Sportelles</i> , etc)..	0,40
		Lit de marne jaune, fine.....	0,04
		Calcaire siliceux (niveau d'eau) fragmenté, blanc avec pseudomorphoses de gypse....	0,80

(1) Voir : G. DOLLFUS : *Notice sur une nouvelle Carte géologique des environs de Paris*, 1887, p. 105.

La ligne ferrée s'élève ensuite progressivement. Elle passe en remblai l'avalure de Chennevières, où le sol pierreux décèle la présence des *Caillasses* ; les bancs calcaro-siliceux ont pu être utilisés comme matériaux d'empierrement ; une petite coupe est visible dans le chemin d'accès de la gare aux marchandises.

Le sol devient peu à peu sableux, et il supporte de petits bois rabougris.

Tranchées des Hautes-Rayes et des Bournouviers. — C'est dans la première que la ligne coupe nettement les *Sables moyens*, fossilifères, surmontés d'un mince lambeau de Marnes de *Saint-Ouen*. On voyait au Kil. : 12,55 :

		Coupe T.	
<i>Saint-Ouen</i> (e ²)	}	T. V. calcareuse, avec blocs à la base ..	0 ^m 60
		Calcaire blanc-crème, fragmenté.....	1,30
<i>Sables moyens</i> (e ¹)	}	Sables argileux, verdâtres à <i>Cerith. Bouei</i> , <i>C. scalaroides</i> , etc.....	1 ^m 40
		Grès noirâtre, mamelonné.....	0,30
		Sables blanc-gris.....	1,00
			visible sur

(Plateforme de la voie. Alt. : 51^m55).

Nous avons recueilli en ce point les fossiles suivants :

FAUNULE DE CHENNEVIÈRES (CONFLANS-SAINTE-HONORINE) (S. et O).

GASTÉROPODES :

- Olivella Laumonti* Lamk, sp.
Cerithium mutabile Lamk.
 — *tuberculosum* Lamk.
 — (Lampania) *Bouei* Deshayes, sp.
 — (Potamides) *scalaroides* Desh., sp.
 — *crenatulatum* Desh.
Melania (Bayania) *delibata* Desh., sp.
 — — *hordacea* Lamk., sp.
 — — *frumentum* Lamk., sp.
Natica parisiensis d'Orbigny.
 — *Hantoniensis* Pilkington.

PÉLÉCYPODES :

- Cardita* (Venericardia) *sulcata* Solander, sp.
Cytherea (Tivelina) *elegans* Lamk., sp.
Cyrena (Corbicula) *deperdita* Lamk., sp.

La longue *Tranchée des Bournouviers* a entamé les Calcaires blancs et Marnes de la formation dite de *Saint-Ouen*. Au Kil. : 11,4, près du Pont de la « traverse des Bournouviers », la succession des couches était la suivante :

Coupe T

<i>Calcaire de Saint-Ouen</i> (e ²)	T. V., calcareuse	0 ^m 40
	Marnes blanches, pures, passant, vers la base, à un calcaire moucheté de vert	1,30
	Marne blanche, ligniteuse	0.15
	Gypse cristallin et rognons siliceux (<i>pseudomorphoses</i> de gypse lenticulaire).....	0,25
	Lit mince de <i>calcaire marin</i> , oolithique, et petits galets calcaires; quelques fossiles (<i>foraminifères</i> , etc.).....	0,05
	Calcaire blanc-crème, à <i>Bithinella</i>	0,40

(Plateforme de la voie. Alt. : 57^m15)

Cette coupe permet de constater la présence du *niveau marin* qui divise la masse du *Saint-Ouen* en deux horizons; c'est une marne dont les caractères ont été indiqués en détail, par l'un de nous, dans une publication antérieure (1).

L'ouverture de la *tranchée des Bournouviers* a montré que le *Saint-Ouen* s'étend sur une surface plus considérable qu'on ne le supposait, dans le territoire des communes de Conflans-Sainte-Honorine et d'Herblay, et il y aura lieu de rectifier légèrement, de ce chef, la Carte géologique des environs de Paris.

La couche la plus constante est un calcaire siliceux, dur, à cassure esquilleuse, présentant des lits pétris de *Cyclostoma mumia*. On remarque, dans les Marnes, des cordons irréguliers de silex, soit en plaquettes, soit en rognons, à cassure conchoïde, d'aspect vitreux. Ces silex renferment parfois des fossiles; leur coloration en noir ou en gris foncé paraît due à la présence d'une très faible proportion de matières organiques.

Au P.-N. du Kil. : 9,83, qui précède la gare d'Herblay, apparaissent les *Sables infra-gypseux* (e^{3s}), sur une puissance de 1^m50 environ. La ligne pénètre dans la *Formation gypseuse*; elle s'y maintient jusqu'à son point d'origine, à Argenteuil.

Voici la coupe que nous avons relevée à une centaine de mètres du passage à niveau :

(1) Voir : G. DOLLFUS et G. VASSEUR : *Coupe géologique du Chemin de fer de Méry-sur-Oise*. B. S. G. F. : 3^e série, tome V, p. 243 (1878).

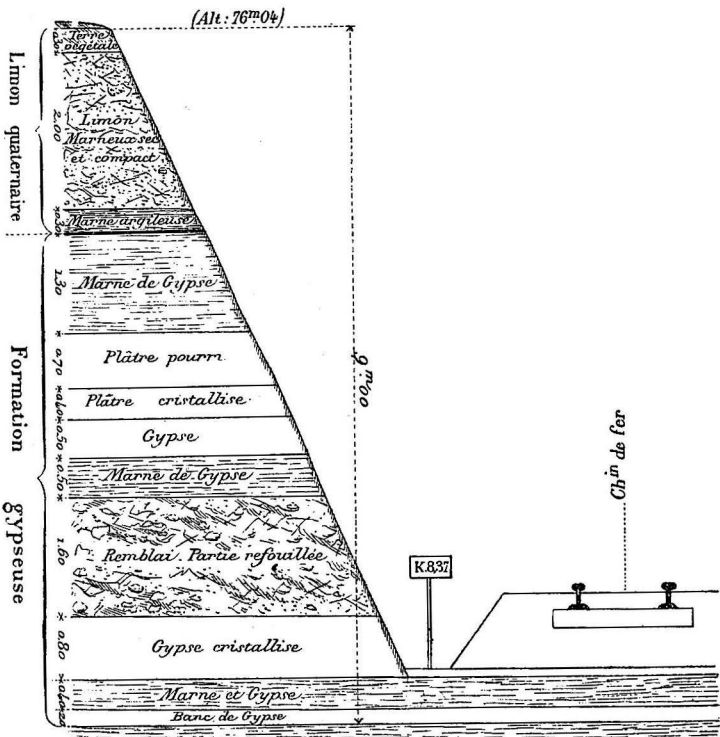
Coupe U. — Entrée de la Gare des Marchandises.

Formation gypseuse (base)	(E ³⁴)	Terre végétale, argileuse.....	0 ^m 50
		Marne jaune et blanche.....	0,25
		2 ^e Lit de gypse.....	0,10
		2 ^e couche de marne jaune et blanche.....	0,10
		1 ^{er} lit de gypse.....	0,00
		1 ^{re} marne jaune, endurcie.....	0,40
		Argile verte, feuilletée.....	0,30
		Marne calcareuse, jaune, assez dure.....	0,30
		Argile verdâtre, feuilletée, avec filets de gypse (banc gréseux).	0,25
		Marne jaune, passant à un calcaire blanchâtre (Zone à <i>Pholadomya ludensis</i>).....	1,05
Grès infra-gypseux	(E ³⁵)	Argile feuilletée, verte et brune.....	0,10
		Marne blanche, à cassures noires.....	0,25
		Filet de marne jaune.....	0,02 à 0,05
		Sables verts, avec bancs de grès caverneux, fossilifères...	1 ^m et plus.

(Plateforme de la voie. Alt. : 63,2).

Tranchée de la Gare d'Herblay. — Les fondations du bâtiment des voyageurs sont assises sur les *Sables infra-gypseux*, qui sont surmontés par une marne jaunâtre.

Fig. 12. — Tranchée des Tartrogons (Herblay).



Les piles du viaduc qui fait franchir à la ligne le vallon du Val, reposent sur le *Saint-Ouen*, constitué par un calcaire blanc, dur, avec lits de marnes violacées (Alt. du sommet du *Saint-Ouen* : 58^m).

Tranchées du Port-aux-Vins et des Tartrogons.— Elles coupent la base d'un mamelon isolé (*la Butte de la Tuile*), en partie disparu, par suite de l'exploitation active du *gypse* et de ses marnes qui s'y fait depuis des siècles.

Le chemin de fer a rencontré d'anciennes galeries remblayées, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la coupe Fig. 12 (Kil : 8,37).

Nous attribuons à la *troisième masse* les niveaux de gypse traversés en ce point; les couches alternantes appartiennent aux types : *grenu*, *saccharoïde*, *pieds-d'alouette*; les marnes subordonnées sont, soit compactes, soit feuilletées, parfois pulvérulentes lorsqu'elles sont bien sèches. Le sous-sol est très bouleversé dans la tranchée. Les limons et les terrains remaniés forment un manteau épais sur les marnes du gypse. Une grande *poche limoneuse* atteint même le niveau de la voie, qui est à 7 ou 8^m en contre-bas du terrain naturel.

Le sommet de la *Butte de la Tuile* est au droit du Kil : 8,00, à 5 ou 600 mètres au N.

L'exploitation présente un front de taille de plus de 40 mètres de hauteur (Fig. 13).

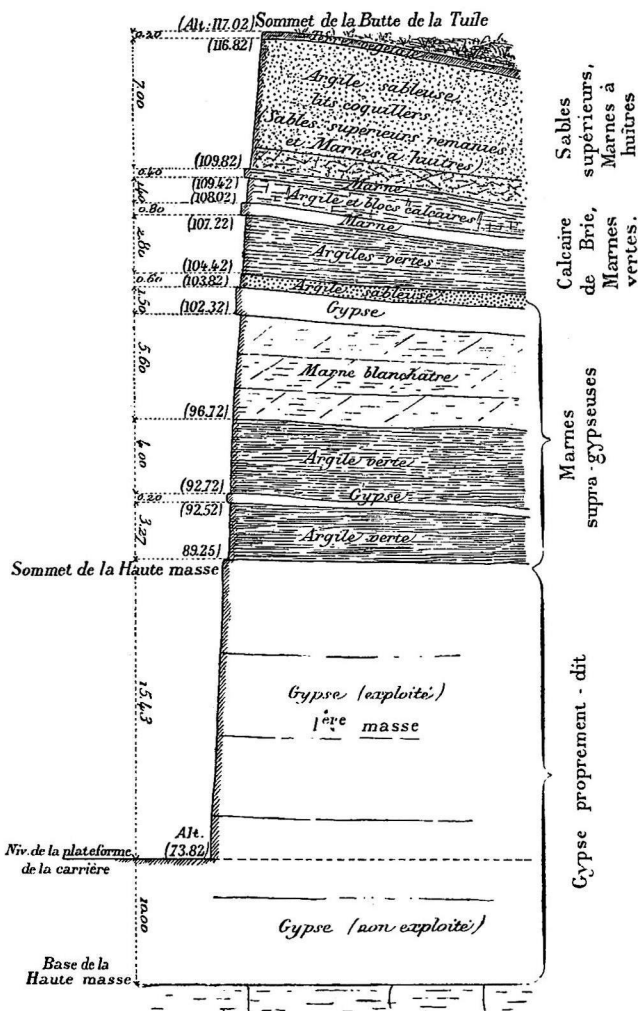
Voici quelle est la succession des couches, d'après un dessin obligeamment fourni par l'exploitant de la carrière, M. Macaire, et que nous a communiqué M. Lebreton, chef de section de la C^{ie} de l'Ouest.

Au-delà de la *tranchée des Tartrogons*, les limons et dépôts argilo-sableux de pente atteignent une épaisseur considérable. Une tranchée, dans le chemin rural « des Bordelles », près du chemin de fer, au droit du Kil : 7,9, permet de voir que le sous-sol est formé, dans toute cette région, de couches de gypse alternant avec les marnes.

Les fondations des piles les plus basses reposent sur les *Sables moyens* (Alt. : 46^m). On peut constater, au-dessus, la présence des calcaires et Marnes de *Saint-Ouen*, surmontés par les *Sables infrà-gypseux*.

Au petit viaduc Kil : 7,49 de la « Sente de la Cavée, » on pouvait observer la coupe suivante :

Fig. 13. — Coupe de la carrière à plâtre de la *Butte de la Tuile* (Montigny-lès-Cormeilles).



Coupe V.

(Terrain naturel : Alt. = 65^m53).

Quaternaire (Limons et terrains remaniés)	}	Terre végétale, argilo-sableuse	0 ^m 60
		Marne délitée	0,15
Formation gypseuse	}	— argileuse, brune	0,15
		Marne compacte, blanchâtre	1 ^m
		— gypseuse, très dure	visible sur 0,20

A une centaine de mètres plus à l'Est (Kil : 7,32), on a la succession :

Coupe V¹.(Plateforme de la voie : Alt. = 68^m2).(Terrain naturel : Alt. = 67^m98).

<i>Quaternaire</i>	{	Terre végétale.....	0 ^m 65
		Marne tendre.....	0,90
		Argile marneuse.....	0,05
<i>Formation gypseuse</i>	{	Marne gypseuse..	0,90
		— jaune, dure, compacte.....	0,45

La *Tranchée aux Cailloux*, de 4 à 5^m de profondeur, a coupé un banc de *gypse* de 1^m50 d'épaisseur. Elle a nécessité d'importants travaux d'assainissement, en raison de la nature marneuse du sous-sol.

Au Kil : 6,75, la coupe était la suivante :

Coupe V².(Terrain naturel : Alt. = 75^m20).

<i>Formation gypseuse</i>	{	Terre végétale, argilo-sableuse..	0 ^m 55
		Marne argileuse.....	0,70
		— — compacte	0,60
		Rognons de gypse empâtés dans une argile marneuse.....	1 ^m
		Marne gypseuse, compacte.....	1,40
		Gypse en banc..... visible sur	0,75

Les *limons* prennent une grande puissance au-delà de l'avalure qui descend de Cormeilles-en-Parisis vers La Frette.

Dans ce vallon, les fondations du viaduc n'ont pas dépassé ces dépôts *quaternaires*.

Tranchée de Cormeilles. — Elle a 10 mètres dans sa plus grande profondeur, et elle est creusée tout entière dans les limons (Fig.14).

On y remarque, au sommet, un limon assez sableux, brun-rouge ; à la partie moyenne, un limon argileux, tendre, calcareux, avec concrétions calcaires dites « *poupées* » ; à la base, des sables limoneux, verdâtres ou brunâtres, aquifères. Ces couches sont inclinées du N.-O. au S.-E., et elles diminuent d'épaisseur dans cette direction ; leur pente générale est celle des assises sous-jacentes.

Coupe X. — Coupe longitudinale de la tranchée de Cormeilles-en-Parisis.

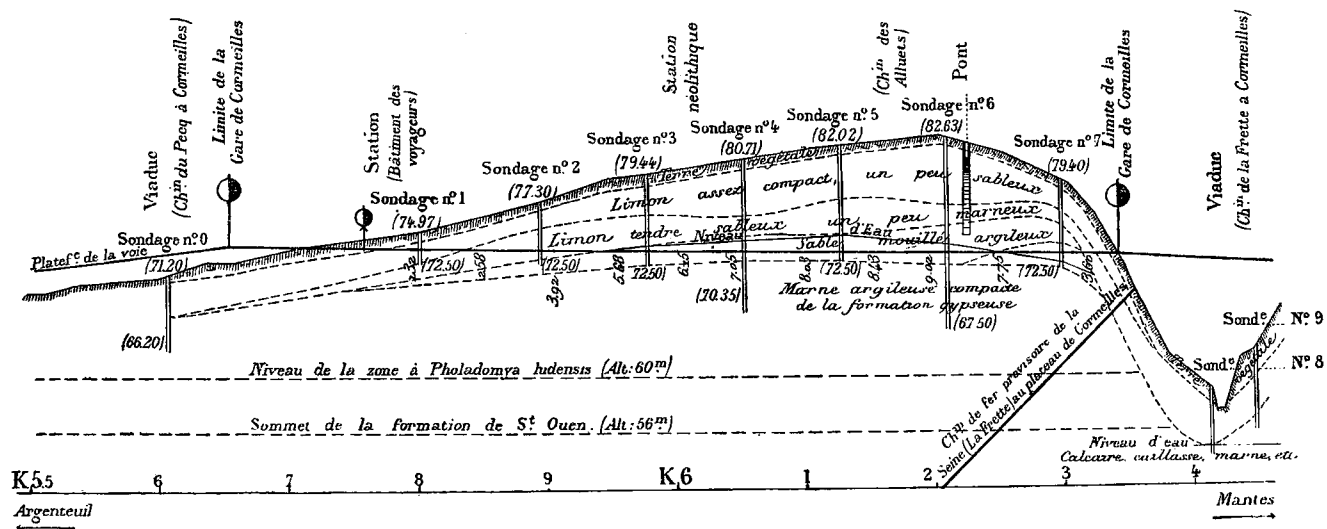


Fig. 14.

C'est au Kil : 6,00, au-dessus de l'emplacement de la Gare aux marchandises de CORMEILLES, au lieu dit « *les Alluets* », que M. Don Simoni, attaché à l'entreprise de construction de cette section de la ligne, a découvert une *station néolithique*, qui a fait l'objet d'une étude de plusieurs membres de la « Société d'Anthropologie » (1).

Deux poches voisines l'une de l'autre, et remplies de terre noirâtre, ont fourni des silex taillés, des morceaux de grès rougis au feu, des fragments de poteries, des os de *Bovidés*, dont quelques-uns portaient les traces de brisures faites intentionnellement, des cendres, du charbon, de l'ocre (pour tatouage), etc. Dans le même terrain, on a trouvé aussi des débris de sépultures qui paraissent dater de l'époque romaine.

La ligne ferrée atteint son point culminant dans la tranchée de Cormeilles (*Alt.* : 74,2). Au-delà, elle descend vers Argenteuil avec une pente faible (un peu plus de 0^m006 par mètre). La première partie de cette pente est en remblai. Les fondations du pont métallique sous lequel passe la Route nationale n° 192, sont établies sur les *marnes gypseuses*, recouvertes de 3 mètres environ de *limons*. On pouvait observer en ce point (Kil : 5,23), la coupe suivante :

Coupe Y.

(Terrain naturel : *Alt.* = 66^m9).

		Terre végétale	0 ^m 80
	}	Limon argileux.....	0,70
<i>Quaternaire</i>		Argile jaune, sableux.....	0,40
		Sable veiné d'argile marneuse.....	0,40
		Limon sableux, ferrugineux.....	0,90
		Marne avec rognons de gypse..... visible sur	0 ^m 08
<i>Formation gypseuse</i>	}		

Les limons sont puissants dans toute la plaine de Cormeilles, mais ils paraissent diminuer d'épaisseur sur le territoire d'Argenteuil; le sous-sol devient sableux en descendant vers le Val-Notre-Dame, où le *Chemin de fer de Grande-Ceinture* a mis à jour un bel affleurement de *Sables moyens, fossilifères*. Les fossiles ont, dans cette localité, une teinte *violacée*, fréquente dans l'horizon de Beauchamp.

La ligne ferrée passe, au Kil : 4,7, au-dessus de la *galerie* à section circulaire (en construction), qui est destinée à conduire vers la Forêt de Saint-Germain (Achères) les eaux des Égouts collecteurs de Paris.

Le radier de cet aqueduc est, au point d'intersection, à la cote

(1) Voir : « *La Nature* », 48^e année, 1^{er} semestre, n° 873, Février 1890.

absolue 56,8. Les fouilles ont montré, au dessous des limons, un banc de gypse gréseux, légèrement calcaire, assez disloqué, d'une grande dureté; et des marnes blanches, plastiques. Nous considérons ces assises comme appartenant à la subdivision des *sables infra-gypseux* (e^s s).

Au droit de ce point, à 1 kil. environ au N., une importante carrière de *gypse* (propriété de M. Lambert) montre la succession des assises de la *formation gypseuse* et des marnes superposées.

Le sommet de la *haute masse* atteint l'alt. de 80^m environ, et les divers bancs se poursuivent dans la colline (Hauteurs de Cormeilles et de Sannois), avec des ondulations assez prononcées. On retrouve, presque couche par couche, les mêmes niveaux, depuis Montigny-les-Cormeilles jusqu'à la butte d'Orgemont (*Carrière Vollambert*); mais les dénominations des ouvriers varient souvent d'une commune à une autre; on pourrait même dire, d'une exploitation à une autre. Cette diversité de noms, — souvent, d'ailleurs, expressifs, pittoresques, et cherchant à exprimer le *faciès* de la roche, — rend assez difficile la comparaison des diverses subdivisions des masses gypseuses, en des points un peu éloignés.

Les *Sables infra-gypseux*, superposés au *Calcaire de Saint-Ouen*, sont visibles dans les fondations du Pont du « chemin de la Bérionne » (Kil : 3,05).

Voici la coupe du terrain en ce point :

Coupe Y¹

(Terrain naturel. Alt. : 50^m55).

Quaternaire (Limon)	{ Terre végétale argileuse, noirâtre avec blocs calcaires à la base.....	0 ^m 80
Sables <i>infragypseux</i>	{ Marne blanchâtre.....	0,10
	{ Sables verdâtres, avec blocs gréseux....	3 ^m
Calcaire de Saint-Ouen.	Calcaires blanchâtres et marnes.....	0,40 et plus

Au-delà, la ligne ferrée pénètre dans une *tranchée* peu profonde (marnes blanchâtres et blocs calcaires); elle se rapproche de la ligne de Grande-Ceinture. Les deux chemins de fer sont tangents au P. N. du chemin de grande communication de Cormeilles à Argenteuil (Kil : 2,2); et, en ce point, l'aqueduc d'Achères traverse de nouveau la ligne. Le radier, à la cote 46^m,8, atteint divers bancs de calcaires marneux et gréseux, base de la *Formation gypseuse* (zone à *Pholadomya ludensis*).

La *Tranchée d'Argenteuil* se prolonge jusqu'au raccordement

de la nouvelle ligne de Mantes avec celle d'Ermont à Argenteuil (dite « *ligne circulaire* »).

Au-dessous de la terre végétale, franche et assez marneuse, se développent des lits, sans connexion, de marnes blanchâtres ou jaunâtres, de calcaires fragmentés et de bancs de gypse disloqués.

Au Kil : 0,92, au droit du chemin rural dit « de la Pierre », la succession des niveaux gypseux était particulièrement nette :

Coupe Z. — Tranchée d'Argenteuil.

<i>Quaternaire</i>	}	Terre végétale.....	1 ^m 00
		Limon brun, argilo-sableux.....	1,00
		Marnes blanchâtres ; éboulis de blocs calcaires	2,00
		Banc de gypse saccharoïde.....	0,40
<i>Troisième masse du Gypse</i>	}	— <i>pieds-d'alouette</i>	0,20
		— saccharoïde.....	0,60
		— <i>pieds-d'alouette</i>	0,25
		— saccharoïde.....	0,70
		Marne grasse, fragmentée, enduits gypseux sur les joints de fracture.....	1 ^m et plus.

(Plateforme de la voie. Alt. = 45^m5).

Au Kil : 0,25, le *Calcaire de Saint-Ouen* vient affleurer un peu au-dessus de la plateforme de la voie qui, en ce point, est à 39^m d'altitude.

Voici le détail de la base du talus :

Coupe Z¹.

<i>Base de la formation gypseuse (e³)</i>	}	Marnes blanchâtres, fragmentées, sans con- nexion.....	4 ^m 50
		Grès caverneux, meulièrement.....	0,10
		Lit de sables grossiers.....	0,04
		Marne blanche, veinée d'argile.....	0,20
		Sables siliceux, assez purs.....	0,10
<i>Saint-Ouen</i>	}	Calcaire marin, <i>fossilifère</i> , gréseux.....	0,20
		Marne jaunâtre.....	0 ^m 50 et plus

(Plateforme de la voie. Alt. = 39^m).

Au-dessus des Marnes blanchâtres, dures, du *Saint-Ouen*, se voyait nettement un niveau de calcaire jaunâtre, pétri de fossiles indéterminables, faciès local des *Sables de Monceau*.

On remarquait aussi, dans cette tranchée, des poches de *diluvium* qui descendaient au-dessous du niveau de la voie. Nous

avons pu recueillir, à la base de l'une de ces cavités, de plus de 5^m de profondeur, des sables quartzeux, presque purs, présentant tous les caractères des dépôts diluviens.

La ligne d'Argenteuil à Mantes passe au-dessous de la Route nationale n° 14, puis sous la ligne de Grande-Ceinture. C'est à partir de ce point que sont comptés les piquets kilométriques qui nous ont servi de repères. Au-delà, la ligne suit parallèlement la voie d'Ermont jusqu'aux aiguilles d'embranchement qui sont à 50^m du Pont de la Route départementale n° 48.

Au piquet (Kil : 0^o), les talus rafraîchis de l'ancienne tranchée de la ligne d'Argenteuil à Sannois et Ermont, nous ont permis de constater la puissance des *Sables infra-gypseux* sous Argenteuil.

Voici cette coupe :

Coupe Z².

(Alt. du terrain naturel = 58^m).

<i>Sables infra-gypseux</i> (e ^{3s})	}	Sables verts, avec cordon de grès verdâtres, assez ferrugineux.....	} 5 ^m 00
		Sables verdâtres, avec lits argileux à la base.....	
<i>Saint-Ouen</i> (e ²)	}	Calcaire lacustre, grisâtre, très dur..	0 ^m 30
		Marnes lie-de-vie, à <i>Cyclostomes</i> , avec rognons violacés.....	0,20
		Calcaire marneux, blanchâtre, fragile.	1,00 et plus

A la station d'Argenteuil-Grande-Ceinture (sur la ligne de Grande-Ceinture et, par conséquent, en dehors du tracé du nouveau chemin de fer de Mantes), on pouvait voir, il y a peu d'années encore, la succession dont la coupe ci-après donne le détail :

Coupe Z³

<i>Formation gypseuse</i> (e ^{3g})	}	Terre végétale, argileuse.....	1 ^m
		Marnes altérées, avec nodules ou rognons de gypse, en boule, et rognons grésogypseux.	1
		Filet argileux	0,05
		Marnes sableuses, jaunes, avec rognons gypseux	0,25
		Argile verte et brune, feuilletée	0,20
		Marnes jaunes avec lits gypseux.....	0,48
		Argile verdâtre, fossilifère	0,20
		Rognons grésogypseux, durs, ferrugineux..	0,10
		Marnes calcareuses, blanches et jaunes (zone à <i>Pholadomya ludensis</i>).....	0,40
		Filet argileux	0,10
<i>Sables infra-gypseux</i> (e ^{3s})	}	Calcaire avec rognons gréseux	0,45
		Sables verdâtres (Couches à <i>Mytilus Biochei</i> = <i>M. Rigaulti</i> Desh.?) visibles sur	3

Il n'existe pas de couches de gypse au-dessous de la zone à *Pholadomya ludensis*. Ce fait peut être vérifié à la base des grandes exploitations des *Buttes de Sannois et d'Orgemont*, notamment à la *Carrière Vollambert*, dont M. Gougelet, Ingénieur-Directeur de la « Société des Patrières du Bassin de Paris », a bien voulu nous communiquer une coupe cotée, très détaillée.

II. — Allures des assises géologiques. Considérations générales

Il convient de rappeler, au point de vue historique, que de Sénarmont en 1844 (1), et Michelet en 1855, ont déjà donné des coupes de l'Hautie et esquissé l'allure des couches.

La *Craie blanche*, sur laquelle repose l'ensemble des formations tertiaires, atteint, dans les coteaux qui dominent Mantes, l'altitude de 100^m; les sondages exécutés sur le territoire de Sannois et d'Argenteuil l'ont rencontrée à la cote absolue (— 90^m), soit 190^m de dénivellation entre les deux extrémités de la ligne qui, à vol d'oiseau, sont distantes de 40 kil. environ. La pente de l'Ouest à l'Est est donc de $\frac{1}{200}$ environ. Mais elle est loin d'être uniforme: elle est surtout rapide entre Mantes et Meulan. Ainsi, le contact entre la *Craie* et l'*argile plastique* est :

à Juziers, à la cote	(Kil : 37) + 54 ^m
à Meulan (sous l'église) à	(Kil : 31) + 40 ^m
à Thun, à	(Kil : 30) + 30 ^m

La craie disparaît un peu au-delà sous les alluvions.

Les sondages de la vallée de l'Oise, près du confluent, l'ont atteinte à la cote — 10^m; enfin, sous Argenteuil, nous avons dit qu'elle descend à — 90^m (Forage Joly, 1858).

L'*Argile plastique* est très réduite dans les environs de Mantes; aux abords de la station de Juziers, elle n'a que 1 à 2 mètres d'épaisseur. Elle est surmontée par des marnes ligniteuses avec Cyrènes et des sables gris et jaunes. A Hardricourt, ces formations

(1) Voir : « Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise. » in-8°, Béthune et Plon, 1844. (Carte au $\frac{1}{80000}$ de l'ensemble du département).

(*Éocène inférieur*) ont ensemble 5 mètres environ. A Meulan, on peut voir, au-dessus de l'*Argile plastique* proprement dite, grise ou bariolée, des alternances de sables roux, d'argiles et de lignites pyriteuses, remplies de débris de coquilles. Elles sont couronnées par un lit de petits galets noirs, bien calibrés, qui se retrouve à ce niveau dans tout le N. du Bassin parisien ; il sépare toujours les *Lignites du Soissonnais* des *Sables de Cuise*.

Les *Sables de Cuise* ont 3^m à Meulan, 8^m à Maurecourt et 25^m sous Argenteuil. Ils atteignent les cotes suivantes :

A Meulan	+ 45 ^m
A Vaux (avalure du Bas-Vals).....	+ 27 ^m
A Maurecourt	?
Sous Argenteuil	— 32 ^m

Le système du *Calcaire grossier* suit la pente générale des assises sous-jacentes.

Dans la plaine haute qui s'étend au-dessus d'Issou, de Gargenville, de Juziers, de Mézy et d'Hardricourt, il dépasse la cote 100^m.

A Hardricourt, le contact du *Calcaire grossier* moyen, à *miliolites*, avec *Cardium aviculare*, *Orbitolites complanata*, etc., et de l'étage supérieur est à la cote 75^m.

Un accident secondaire a modifié l'allure de cette assise, entre Meulan et Vaux ; une *faille*, ou peut-être un *système de dislocation*, parallèle à la direction de la Seine, c'est-à-dire orientée O.-E., a affecté le *Calcaire grossier*, dont les mêmes assises réapparaissent à deux niveaux superposés ; on peut évaluer l'amplitude de cette faille à une quinzaine de mètres.

Vers Triel, dans la *tranchée des Glaisières*, une autre faille, oblique, perpendiculaire à la Seine, détermine une brusque dénivellation des *Sables moyens*, qui viennent buter contre le *Saint-Ouen* ; l'amplitude de cette faille est de 10^m environ.

Le contact du *Calcaire grossier* et des *Sables moyens* peut être résumé comme suit :

A Meulan	+ 90 ^m
A Vaux	+ 65 ^m
A Triel.....	+ 58 ^m
A Andrésy	+ 70 ^m

On voit que ce contact, d'abord régulièrement descendant, remonte au-dessus d'Andrésy (Cote + 70^m) ; puis, au-delà du pont du chemin

de ce bourg au Fay, les strates reprennent leur chute vers le N.-E. Sur 500^m environ elles sont parallèles à la voie dont la pente, dans la même direction, est d'un peu plus de 0^m006 par mètre.

Au-delà de la vallée de l'Oise, la voie remonte vers le plateau de Conflans-d'Herbay : la rampe est de 0^m005, tandis que les couches du *Calcaire grossier* plongent à contre-pente du chemin de fer, fait qui rend particulièrement sensible l'inclinaison de l'ensemble dans la direction de l'E. La couche à *Corbules* (*Sphaenia rostrata* Lamk. sp.), par exemple, qui atteint la cote (+ 48) à l'entrée de la tranchée de Fin-d'Oise, est au niveau de la voie (cote + 37) à quelques centaines de mètres plus loin.

A Chennevières, le contact du <i>Calcaire grossier</i> et des <i>Sables moyens</i> est à la cote.....	+ 42 ^m
A la Frette, à.....	+ 36 ^m
Sous Argenteuil, à.....	+ 23 ^m

La formation fluvio-marine de *Saint-Ouen* participe aux mêmes allures.

Ainsi la cote de contact $\frac{\text{S.-O.}}{\text{S.-M.}}$ à Thun est de.....	+ 100 ^m
A Triel, elle s'abaisse à (<i>faille</i>).....	+ 50 ^m
A Andrésey, elle remonte à.....	+ 85 ^m
A Chennevières, elle redescend à.....	+ 53 ^m
A Herblay (le Val).....	+ 47 ^m
Sous Cormeilles (La Frette).....	+ 44 ^m
Enfin, à Argenteuil, les sondages l'ont atteinte à la cote	+ 22 ^m

Il résulte de ces données numériques — que nous avons pu contrôler pour plusieurs assises — que la chute des couches de l'O. vers l'E. subit, aux abords d'Andrésey, un *ressaut* très net. Cette particularité est explicable par ce fait que le tracé du chemin de fer suit successivement deux synclinaux et franchit un anticlinal.

De la dépression « de la Seine », la ligne passe dans celle « de la Marne », après avoir traversé normalement, à Andrésey, l'axe « de Vigny » (1). Nous savons, d'ailleurs, que l'anticlinal (secondaire) de Vigny, paraît avoir son origine occidentale vers Saint-Clair-sur-Epte, qu'il passe à Magny-en-Vexin, Vigny, et qu'il disparaît dans la Forêt de Saint-Germain (plaine d'Achères).

(1) Voir *Bull. des Services de la Carte géologique de France*, n° 14, t. II, 1890-91 — « Ondulations des terrains tertiaires », par G. DOLLFUS.

— Entre l'Oise et Argenteuil, la pente des couches est à peu près régulière; on peut l'évaluer à 2^m par kil.

La *formation gypseuse* — si importante au point de vue industriel, — augmente régulièrement d'épaisseur de l'O. à l'E. Elle a, dans son ensemble :

Dans les flancs de l'Hautie	25 ^m	de puissance
A la butte de la Tuile	34 ^m	—
Dans les hauteurs de Cormeilles .	40 ^m	—
A la butte d'Orgemont	45 ^m	—

Nous n'avons pas à nous occuper des *Marnes vertes suprà-gypseuses* et des *formations supérieures* qui n'ont pas été atteintes par les travaux. La couche à *Ostrea cyathula* et la *Molasse marine* sont très bien développées dans l'Hautie; elles forment une base très nette aux *Sables de Fontainebleau*, qui sont très puissants et sont surmontés par la *Meulière de Beauce*.

Nous devons aussi faire remarquer que, contrairement aux idées émises par Cuvier et Brongniart (1), les silex-meulières, compactes, coquilliers, de l'Horizon du *Travertin de Beauce*, sont *au-dessous* des silex caverneux sans coquilles, dans les plateaux des hauteurs de l'Hautie, de Cormeilles, des forêts de Montmorency et des Alluets. Ce sont surtout les meulières cavernieuses qui sont activement exploitées. Au-dessus de Cormeilles, près des batteries de Franconville, la meulière se charge d'oxyde de fer en proportion telle qu'elle constitue un véritable minerai. Quelle qu'ait été l'origine de ce métal, il est hors de doute que c'est de *haut en bas* que la meulière, comme les *Sables supérieurs*, ont reçu leur coloration; le fait est évident dans les sablières un peu profondes: la rubéfaction de la roche va en s'atténuant de la partie supérieure à la base.

Plusieurs niveaux aquifères se rencontrent dans la région que nous avons étudiée :

1^o) Celui des *Marnes vertes*, à flanc de coteau, qui subit de grandes oscillations selon l'époque de l'année et les conditions météorologiques;

2^o) Celui de l'*Argile plastique*, qui est le plus constant. A la *tranchée de la source*, par exemple, c'est ce niveau qui a été capté;

(1) Voir : *Description géologique des environs de Paris*, t. II, p. 293; et Huor, Notice sur un terrain occupant, sur la R. D. de la Seine, la plaine entre Triel et le fleuve, etc., p. 243.

3°) La nappe phréatique de la vallée de la Seine et de l'Oise.

4°) Une nappe superficielle, à la base des limons, quand ceux-ci reposent sur une assise argileuse : telle est le cas pour la *tranchée de Cormeilles*.

5°) D'autres niveaux aquifères, secondaires, se rencontrent :

— A la base des *Sables moyens* : au contact de ces sables avec les *Caillasses du Calcaire grossier* ;

— Au milieu du *Calcaire grossier* : au sommet des marnes argileuses qui séparent les Calcaires franchement marins des niveaux saumâtres à *Potamides (Banc vert)* ;

— Et à la base du *Calcaire grossier*, au contact des *Sables de Cuise*, qui sont généralement surmontés d'une couche d'argile sableuse, grisâtre.

QUATERNAIRE et RÉCENT

L'épaisseur des *dépôts diluviens*, dans la basse vallée de la Seine, est considérable : elle peut atteindre une quinzaine de mètres. Dans la vallée de l'Oise, la puissance de ces dépôts ne dépasse pas 10^m.

En surface, la nappe alluviale couvre une grande étendue dans la vallée de la Seine ; elle est bien moindre dans celle de l'Oise.

Si l'on repère avec soin les cotes d'altitude de la base de ces terrains de transport, on remarque qu'elles sont voisines ou même inférieures au niveau de la mer :

Ainsi, la base des dépôts d'alluvions est à la cote :

+ 9^m, à Fin-d'Oise, au confluent de la Seine et de l'Oise ;

+ 7^m, à Mantes ;

— 2^m à Saint-Pierre de Vauvray (ainsi qu'il résulte de sondages récents (1)).

— 20^m à Quillebœuf.

Quand on songe, d'autre part, que la Seine, dont le plan d'eau moyen est à la cote + 16^m, à Mantes, est, à l'époque actuelle, tout à fait incapable de rouler des graviers de plus de quelques centimètres cubes, on s'explique difficilement comment elle a pu charrier, avec une pente encore plus faible, les énormes amas de cailloux qui forment le sous-sol de toute sa vallée. — A *fortiori* la même remarque s'applique-t-elle à ses tributaires.

Ces observations conduisent à admettre que les vallées de la Seine

(1) L'étude du Chemin de fer, actuellement en construction, de *Saint-Pierre-du-Vauvray aux Andelys* (Eure), fera l'objet d'une note dans le *Bulletin*.

et de ses affluents ont dû subir, depuis le commencement de la période quaternaire, un affaissement notable.

On sait que les sondages entrepris par le Gouvernement anglais dans l'Inde gangétique, ont permis de constater que les dépôts d'alluvions s'étendent, dans la plaine de l'Indoustan, à plusieurs centaines de mètres au-dessous du niveau des mers. Des observations analogues ont été faites dans la vallée du Mississipi et le long du cours de St-Laurent, en Amérique, puis en Angleterre (*Ann. géol.*, t. VII, p. 539, 568, 569, 577). Il n'y a rien d'anormal à admettre que le bassin de la Seine ait pu s'affaisser depuis l'apport des alluvions à gros éléments, et que le dépôt des limons et des petits graviers récents ait été le résultat d'un changement de profil de son thalweg.

En résumé, les alluvions quaternaires peuvent être divisées en deux groupes : les Sables et graviers anciens, dont les éléments sont, en général, volumineux et de provenance éloignée (a¹ des cartes géologiques) : et les Dépôts récents (a²), comprenant les sables et menus graviers, et les limons de lavage.

Au sommet des coteaux, les limons supérieurs ou *Limons des plateaux* (P) peuvent avoir une épaisseur considérable. Sur le plateau de l'Hautie, on constate qu'il existe une nappe de 2^m de limons au-dessus des *Meulrières de Beauce*. Sur les talus qui descendent vers la Seine, à Herblay, à Cormeilles, etc., le limon passe latéralement au *Diluvium* sableux. Nous avons rappelé ci-dessus la grande épaisseur qu'atteint ce terrain d'éboulement et de lavage dans la plaine de Cormeilles ; il est exploité à la Carrière Lambert, à Franconville, à Sannois, etc., pour la poterie grossière.

L'Administration de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest a facilité nos recherches par tous les moyens en son pouvoir. Nous adressons particulièrement nos remerciements à M. l'ingénieur Bonnet, à qui sont dus le projet et l'exécution de cette ligne intéressante à bien des titres. Nous ne devons pas oublier ses collaborateurs : M. Colin, chef de section principal, M. Cosserat, ancien élève de l'École Polytechnique, chargé de la section Conflans-Andrésy, ainsi que MM. Lebreton, Guillard, Lefèvre et Berthier.

SIMILITUDES DANS LA MARCHÉ DE L'ÉVOLUTION
SUR L'ANCIEN ET LE NOUVEAU CONTINENT,

par M. **Albert GAUDRY** (1).

Avant et après notre excursion aux Montagnes Rocheuses, j'ai visité, avec M. Marcellin Boule, plusieurs collections de paléontologie : deux fois nous avons été à New-Haven admirer les fossiles d'Yale College recueillis par M. Marsh ; M. Cope a eu la bonté de quitter le congrès de Washington pour nous mener à Philadelphie examiner sa collection ; nous avons vu avec MM. Whitfield et Allen le Musée du parc central à New-York, avec MM. Cope, Walcott et Thomas Wilson le Musée Smithsonian de Washington, avec M. Osborn le Musée de Princeton, avec M. Hyatt, le Musée de Cambridge ; nous avons enfin un peu étudié le Musée de l'Académie de Philadelphie. Nous prions les savants qui nous ont guidés et instruits de recevoir nos affectueux remerciements.

Je n'ai fait qu'entrevoir les richesses paléontologiques qui sont dans ces collections ; mais les trop courts regards jetés sur tant de curieux fossiles m'ont aidé à mieux comprendre les magnifiques publications dont ils ont été l'objet. De ce que j'ai vu, de ce que j'ai lu, ont surgi dans mon esprit quelques réflexions sur la grande histoire du développement de la vie. Je vais les soumettre à notre Société géologique ; puisqu'elle m'a fait l'honneur de me nommer son délégué au Congrès de Washington, je dois lui rendre compte de mes impressions de voyage.

Assurément, les paléontologistes américains ont découvert beaucoup de types inconnus en Europe : le *Stegosaurus*, l'*Atlantosaurus*, le *Triceratops*, l'*Uintatherium*, le *Tillotherium*, etc., nous paraissent justement étranges ; bien que l'Ancien Continent ait aujourd'hui deux espèces de Chameaux, il n'a pas de Camélidés fossiles comme le Nouveau Continent. L'*Oreodon* est un ruminant différent des nôtres. Les édentés des genres *Megatherium*, *Megalonyx*, *Mylydon* sont spéciaux à l'Amérique, etc. D'autre part, nos terrains d'Europe ont des formes qui n'ont pas été encore signalées aux Etats-Unis :

(1) Communication faite dans la séance du 16 novembre 1891. Manuscrit parvenu au Secrétariat, le 4 janvier 1892.

Ichthyosaurus, Palaeotherium, Anoplotherium, Helladotherium, Girafe, Dinotherium, Hyène, Mesopithecus, Dryopithecus, etc.

A côté de ces différences, il y a des traits de ressemblance entre les faunes fossiles de l'Ancien Continent et celles du Nouveau. Quelle est la signification de ces ressemblances ? Je pense qu'elles nous révèlent que la marche de l'évolution a été à peu près la même sur une grande portion de la surface de notre planète.

Il y a déjà longtemps que de Verneuil et les paléontologistes américains ont constaté les rapports des invertébrés primaires des États-Unis et de l'Europe. Les Cœlentérés rugueux, les Crinoïdes, particulièrement les Cystidés et les Blastoïdes, les Brachiopodes, les Céphalopodes nautilidés, les Trilobites, les Mérostomes ont eu leur règne en même temps aux États-Unis et en Europe. En Amérique aussi bien que dans nos pays, c'est vers la fin des temps primaires que les Mollusques pulmonés, les Crustacés les plus élevés (Décapodes) et les Oursins se sont multipliés, ces derniers sous la forme de Paléchinides. Les recherches de MM. Fayol et Brongniart viennent de montrer qu'en France, comme au Canada (1), les Insectes houillers égalaient déjà en dimension les plus grands de notre époque ; M. Scudder nous a appris qu'ils devaient former la sous-classe des *Heterometabola* ; les Insectes parfaits ou *Metabola* ont apparu plus tard. Si on fait abstraction des détails spécifiques ou génériques pour ne considérer que les principaux traits de l'organisation, on peut dire que le monde des invertébrés a eu les mêmes phases d'évolution en Amérique et en Europe.

Les Poissons fossiles ont offert dans nos pays des faits intéressants pour l'histoire de l'évolution. Ces animaux qui sont les moins élevés des vertébrés se sont montrés à la fin de l'époque silurienne. Dans le Dévonien, ils ont déjà un grand développement, ils sont très variés. Mais plusieurs d'entre eux sont des Placodermes, c'est-à-dire des Poissons qui, par l'extension de leurs pièces dermiques, rappellent un peu l'apparence des Crustacés. A l'époque carbonifère, les Poissons continuent à être très importants ; cependant, ceux d'entre eux qui appartiennent à la sous-classe des Poissons osseux ont encore leur colonne vertébrale à l'état de notocorde ; pour compenser leur faiblesse, ils sont protégés par une cuirasse d'écailles dures ; ils sont leptocerques, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas disposés pour donner ces forts coups de queue qui aident tant à la locomotion des espèces actuelles ; ce n'est que plus tard qu'ils

(1) Au Canada, les insectes de dimension considérable se trouvent déjà dans le Dévonien.

ont ossifié leur colonne vertébrale, amolli leur cuirasse, transformé leur queue en un instrument énergique de locomotion, en un mot, qu'ils sont devenus Poissons parfaits.

Les publications de MM. Newberry, Cope, Walcott, Claypole, etc., prouvent qu'il en a été à peu près de même en Amérique : dans les Montagnes Rocheuses, à Canyon City, on nous a montré des restes de Poissons au milieu des roches siluriennes inférieures de l'horizon de Trenton. M. Newberry a décrit dans le Dévonien d'Amérique le *Dinichthys* et d'autres Placodermes ; après le Dévonien, le règne des Poissons osseux à écailles succède à celui des Placodermes ; ils sont à l'état ganoïde. Bien différents sont les Poissons éocènes de Green River ; ils sont puissamment ossifiés comme ceux de Monte Bolca en Italie.

De même que parmi les premiers Poissons on en remarque qui, par leur exosquelette mieux développé que leur endosquelette, se rapprochent du type invertébré et sont des vertébrés imparfaits, on voit parmi les premiers quadrupèdes des genres qui sont encore incomplètement organisés pour la marche. Plusieurs des Labyrinthodontes primaires de nos pays ont dû être des créatures essentiellement rampantes, incapables de se tenir fermes sur leurs membres, ainsi que le font nos quadrupèdes à sang chaud d'aujourd'hui ; car, non seulement ils n'avaient pas de sacrum, mais leurs vertèbres étaient formées d'éléments qui n'étaient pas bien solidifiés. Comme ils devaient le plus souvent se traîner à terre, leur ventre était garanti par un plastron formé d'écailles ganoïdes (1).

Le Texas, ainsi que l'ont montré les belles recherches de M. Cope, a fourni des Reptiles permien dans le même état d'évolution : vertèbres à éléments non soudés, plastron ventral formé d'écailles ganoïdes. Ces êtres, placés à huit mille kilomètres de distance, ont-ils des caractères communs parce que l'Ancien Continent et le Nouveau ont été réunis, ou bien représentent-ils des phénomènes d'évolution qui se sont poursuivis simultanément malgré leur éloignement ? J'admettrais volontiers cette seconde supposition, parce qu'à côté des ressemblances dans leur état d'évolution, ils présentent des différences génériques bien accusées.

Il est vraisemblable que les premiers Reptiles d'Amérique et d'Europe ont été des Anallantoïdiens, car c'est avec les Salamandres que les uns et les autres ont le plus d'analogie.

(1) Par exemple chez l'*Actinodon* et l'*Archegosaurus*. On ne peut pas dire qu'une telle disposition existe chez tous les Reptiles des terrains primaires ; mais on peut dire qu'elle existe seulement dans les fossiles de ces terrains ; elle a déjà disparu chez les Labyrinthodontes du Trias.

Dans l'Ancien comme dans le Nouveau Continent, c'est à l'époque secondaire que les Quadrupèdes à sang froid ont eu leur apogée, atteignant une taille gigantesque et présentant une extrême diversité. Alors simultanément les Dinosauriens se promenaient sur la terre ferme, les Ptérosauriens volaient, les Mosasauriens nageaient : la terre, l'air et l'eau ont vu se développer des créatures à peu près également étranges. En Amérique, de même qu'en Europe, les Reptiles qui ont eu leur règne dans la période tertiaire étaient des Tortues, des Crocodiliens, des Lacertiens et des Lézards voisins de ceux qui vivent aujourd'hui.

On connaît à peine l'histoire primitive des Oiseaux, mais le peu que l'on sait a montré que dans la période secondaire, il y a eu en Amérique ainsi qu'en Europe des Oiseaux qui avaient des dents. Il est intéressant de noter que l'*Archæopteryx* du Jurassique d'Allemagne indique un stade d'évolution moins avancé que les Oiseaux à dents du Crétacé du Kansas, l'*Hesperornis* et l'*Ichthyornis*.

En Europe comme en Amérique, les plus vieux Mammifères connus sont du Trias. En Europe comme en Amérique, pendant toute la durée du secondaire, ils sont restés petits et rares ; il semble qu'ils n'aient pas eu le temps de grandir et de se multiplier. En Europe comme en Amérique, les Mammifères marins ou continentaux n'ont eu leur plein développement que dans le Tertiaire, et encore, au commencement du Tertiaire, ils n'étaient pas aussi grands, aussi diversifiés qu'ils l'ont été à l'époque miocène. En Europe comme en Amérique, on n'a trouvé dans l'Éocène inférieur ni Ruminants, ni Solipèdes, ni Proboscidiens, ni Edentés, ni des Carnivores comme nos placentaires d'aujourd'hui, ni Singes (1) ; les Quadrumanes n'étaient encore qu'à l'état de Lémuriens. En Europe comme en Amérique on n'a pas de preuves incontestées de l'existence de l'homme avant les temps quaternaires.

M. Richard Owen, dans son mémoire sur les Mammifères secondaires de la Grande-Bretagne, qui est un de ses plus remarquables travaux, a prétendu que les Mammifères avaient été d'abord à l'état marsupial, c'est-à-dire avaient eu leur allantoïde trop peu développée pour former un placenta (2). Cette idée, qui se présente si naturellement à l'esprit de tout évolutionniste, a été basée sur plusieurs ressemblances que les mâchoires des Mammifères secon-

(1) Je ne parle ici que de l'Amérique du Nord. M. Ameghino et M. Mercerat viennent de signaler dans l'Éocène de la Patagonie des pièces de Singes qui se rapprochent des Cebus.

(2) C'est Georges Cuvier qui a, le premier, rangé un Mammifère secondaire parmi les Marsupiaux.

daires d'Angleterre ont présentées avec celles des Marsupiaux actuels. Si, comme je le suppose, M. Owen est dans le vrai, il faut en conclure qu'en Amérique aussi, les premiers Mammifères ont eu une allantoïde rudimentaire, car ces animaux sont singulièrement voisins de ceux d'Angleterre. Leidy, M. Cope et d'autres ont décrit, dans les terrains éocènes et oligocènes de l'Amérique, de nombreux Mammifères qui ont la plupart des caractères des placentaires, avec un reliquat de quelques caractères de marsupiaux (1); on découvre les mêmes formes de transition en Europe (2). Ainsi, dans l'Ancien comme dans le Nouveau Continent, nous surprenons la Nature en voie d'évolution au moment où va s'achever la transformation du marsupial en placentaire.

La paléontologie, qui nous porte à imaginer le développement successif de l'allantoïde, nous donne encore plus clairement la preuve du développement successif du cerveau. M. Marsh a montré que les Dinoceratidés ont eu un encéphale très petit avec cerveau lisse, avec de grands lobes olfactifs, avec les lobes optiques et le cervelet à découvert. M. Cope, par ses descriptions des encéphales du *Coryphodon*, du *Phenacodus* et du *Periptychus*, a clairement établi que les plus anciens Mammifères tertiaires d'Amérique ont eu leur cerveau dans un état d'infériorité. Il y a déjà longtemps que M. Lartet (3), comparant des intérieurs de crâne d'un *Lophiodon* et d'un *Anoplotherium* avec ceux d'animaux miocènes, a annoncé que les Mammifères éocènes de l'Europe avaient eu leur cerveau moins développé que leurs successeurs. Gervais, et plus récemment M. Lemoine, ont montré l'infériorité du cerveau de l'*Arctocyon*. M. Lemoine a dit que le *Pleuraspidotherium* du Cernaysien avait ses lobes optiques complètement à découvert et presque aussi grands que les hémisphères cérébraux; il a ajouté que ceux-ci sont tout à fait lisses, et que le cervelet est proportionnellement très large. M. Filhol a reconnu que la *Proviverra* des phosphorites du Quercy avait encore un cerveau assez peu avancé. Ainsi, il semble que le cerveau des anciens Mammifères tertiaires ait été en Europe et en

(1) M. Cope les a nommés Créodontes. Il classe parmi eux *Dissacus*, *Amblyclonus*, *Oxyæna*, *Stypolophus*, *Didymictis*, *Mesonyx*, etc.

(2) Aymard les a appelés Subdidelphes; ce sont les *Hyænodon*, *Pterodon*, *Palæonictis*, *Proviverra*, *Hyænodictis*, *Tricuspidon*, etc. Je ne dois point omettre de dire que d'habiles paléontologistes contestent qu'il y ait des liens de parenté entre ces placentaires appelés Subdidelphes ou Créodontes et les aplacentaires.

(3) Lartet. De quelques cas de progression organique vérifiables dans la succession des temps géologiques sur des Mammifères de même famille et de même genre (*C. R. Ac. Sc.*, 1^{er} juin 1868).

Amérique dans un même état d'infériorité par rapport à ceux d'époques récentes.

Des deux côtés de l'Atlantique, les animaux, qui paraissent avoir été les plus proches parents de nos Ruminants, n'avaient pas des bois ou des cornes pendant les temps éocènes. Dans l'Oligocène de White River, aussi bien que dans notre Oligocène de Ronzon, du Quercy et de Saint-Gérard-le-Puy, les Ruminants sont encore dépourvus de bois et de cornes; ces appendices frontaux ont poussé vers la même époque, l'époque miocène (1), dans l'Ancien et dans le Nouveau Continent.

L'évolution des dents des Mammifères paraît avoir été à peu près la même en Europe et en Amérique. Dans l'une et l'autre contrée, on voit, dès le Secondaire, des animaux à dents compliquées auxquels on a appliqué le nom de Multituberculés. Mais M. Owen en Angleterre et M. Marsh dans les Montagnes Rocheuses ont trouvé surtout des animaux dont les dents très simples ont un seul grand denticule accompagné de denticules bien moindres. Les travaux de MM. Cope et Osborn ont fait ressortir le fait curieux que les molaires triangulaires caractérisent les Mammifères des premiers temps tertiaires; on les observe non seulement chez les Carnivores subdidelphes, mais même chez des Ongulés comme le *Coryphodon* et le *Dinoceras*; cela est vrai en Europe comme en Amérique. Le *Lophiodon* et le *Paloplotherium* du Calcaire grossier de Paris, ainsi que l'*Hyrachyus* de Fort Bridger dans les Montagnes Rocheuses nous montrent le passage entre le type triangulaire des ongulés et le type quadrangulaire, ayant des prémolaires triangulaires et des arrière-molaires quadrangulaires. Dans les temps pliocènes et quaternaires, les Tapirs et les Rhinocéros à prémolaires quadrangulaires tiennent la place qu'avaient autrefois les *Lophiodon*, les *Paloplotherium*, les *Hyrachyus*; c'est alors que les molaires non seulement des Ongulés imparidigités, mais aussi des Cochons (2), des Proboscidiens (3), des Carnassiers (4) ont pris le plus de développement. Quoique les Carnassiers semblent particulièrement attachés au type triangulaire, on voit des Ours, des Blaireaux, etc., qui ont des dents

(1) Le *Blastomeryx* de l'âge du Loup Fork et le *Procervulus* des sables de l'Orléanais semblent marquer le même stade d'évolution entre les Ruminants sans bois et ceux qui ont des bois caducs.

(2) M. Thomas a trouvé dans le Pliocène d'Algérie le *Sus phacochoeroides* où les molaires, par leur complication, se rapprochent de celles du Phacochoère.

(3) L'*Elephas primigenius* présente le summum de complication dans les molaires des Ongulés.

(4) L'*Ursus spelæus* est le Carnassier dont les arrière-molaires sont le plus développées.

quadrangulaires, plus longues que larges. Ces progressions ont eu lieu en Amérique en même temps qu'en Europe.

L'histoire des pattes des animaux ongulés pourrait fournir un des plus intéressants chapitres d'un livre sur l'évolution. Les ingénieuses recherches de M. Cope nous ont appris que le début du Tertiaire américain avait été caractérisé par les Ongulés à cinq doigts, tels que les *Phenacodus*, les *Coryphodon*. Ensuite les Ongulés ont eu quatre ou trois doigts ; puis, leurs doigts latéraux ont diminué, et à l'époque actuelle beaucoup d'entre eux n'ont plus que deux doigts ou même un seul doigt. Dans notre Ancien Continent, nous n'avons pas sur les pattes des plus vieux animaux tertiaires des notions aussi précises qu'en Amérique. Cependant M. Lemoine a découvert que le *Pleuropsidotherium* et l'*Orthapsidotherium* du Cernaysien avaient cinq doigts. Nous ne connaissons pas les pattes du *Coryphodon* d'Europe, mais, puisque ses dents ressemblent à celles du *Coryphodon* d'Amérique, nous pouvons supposer, jusqu'à preuve du contraire, qu'il avait cinq doigts comme lui. En tout cas, on peut dire que jusqu'à présent on n'a pas trouvé dans l'Eocène inférieur, des animaux dont les pattes sont réduites à deux ou à un seul doigt fonctionnel.

Sur l'Ancien Continent aussi bien que sur le Nouveau, après le règne des animaux à cinq doigts dans l'Eocène inférieur, il y a eu le règne des animaux à trois ou à quatre doigts dans l'Eocène supérieur et l'Oligocène, et enfin le règne des animaux à deux doigts (Ruminants) ou à un seul doigt (Solipèdes) dans des époques plus récentes.

Ainsi les changements des pattes se sont produits à peu près simultanément en Europe et en Amérique, de même que les changements des dents. Cette coïncidence mérite d'être remarquée ; car, tandis que les dents ont présenté des augmentations successives, les pattes ont eu des diminutions successives. Soit qu'il y ait eu apparition de parties nouvelles ou disparition de parties anciennes, l'évolution a marché à peu près à pas égaux des deux côtés de l'Atlantique.

Il y a d'autres particularités qui concourent, avec la simplification des pattes, à caractériser les Ongulés si rapides à la course et si élégants des temps récents ; par exemple l'omoplate de nos Ruminants et de nos Solipèdes, qui donne attache à des muscles dont les fonctions sont peu variées, est rétrécie dans la partie inférieure ; le cubitus est très aminci et en partie soudé avec le radius. Les os du carpe sont modifiés en même temps que ceux du métacarpe ; le scaphoïde notamment, n'ayant plus un point d'appui

suffisant sur le trapézoïde devenu très petit, pose sur le grand os ; l'astragale a une gorge où le tibia s'enfonce de telle sorte qu'il est mieux maintenu sur les côtés. Il en est ainsi aux États-Unis et en Europe. Quand on arrive dans le milieu du Tertiaire, ces diverses particularités se montrent beaucoup moins accusées, comme on peut le remarquer sur la plupart des animaux de l'Oligocène de White River, si bien étudiés par Leidy, Marsh, Cope, Osborn, Scott, de même que sur nos animaux oligocènes de France, sur lesquels MM. Kowalevsky, Filhol et Schlosser ont fait d'intéressantes recherches. Si on pénètre jusque dans le commencement du Tertiaire, on ne retrouve plus les particularités que je viens de citer sur beaucoup de nos Ongulés actuels. Les travaux de Cope sur le *Phenacodus* du Puerco et sur le *Coryphodon* du Wasatch, de Leidy, Marsh, Cope, Osborn sur les Dinoceratidés de Fort Bridger ont révélé cela d'une manière très frappante. Les membres de nos plus anciens Mammifères tertiaires sont loin d'être aussi bien connus que ceux des Mammifères américains ; cependant, je peux dire que la collection des animaux cernaysiens de M. Lemoine (1) ne renferme ni d'omoplates rétrécies dans le bas, comme dans nos Chevaux et nos Ruminants actuels, ni de cubitus amincis soudés au radius, ni de carpes avec un scaphoïde reposant sur le grand os, ni d'astragales d'Ongulés avec des gorges profondes qui s'engrènent avec le tibia (2).

La queue des Mammifères a des usages variés ; elle sert à nager chez le Castor, à sauter dans les arbres chez l'Écureuil et les Singes américains, à soutenir chez la femelle du Kangaroo le train de derrière qu'alourdit le petit logé dans sa poche. Quelle que soit sa fonction, la queue longue semble représenter un stade d'évolution qui indique une différenciation encore peu accusée. M. Lemoine a constaté que dans le Cernaysien, c'est-à-dire dans le Tertiaire le plus inférieur de notre pays, les Carnivores (*Arctocyon*), les Pachydermes (*Pleurospidotherium*) et les Lémuriens (*Plesiadapis*), avaient une forte queue. *L'Anoplotherium* nous montre qu'à la fin de l'Éocène,

(1) Parmi les diverses publications du D^r Lemoine sur la faune cernaysienne, il y en a une qui mérite plus particulièrement l'attention des évolutionnistes, c'est son mémoire intitulé : *Considérations générales sur les vertébrés fossiles des environs de Reims, et spécialement sur les Mammifères de la faune cernaysienne* (Congrès international de Zoologie, p. 233, in-8, 1889).

(2) M. Schlosser, dans un travail sur les modifications des os des membres, s'est attaché à montrer que ces modifications avaient été en rapport avec des différences de manière de vivre. C'est là une chose qui ne saurait faire de doute. Nécessairement, s'il y a eu similitude dans les changements des pièces du squelette chez les animaux d'Europe et d'Amérique, il y a eu similitude aussi dans les changements de mœurs.

il y avait encore des Ongulés à grande queue. Dans les époques suivantes on ne cite plus d'Ongulés à grande queue; un des caractères de notre époque c'est d'avoir beaucoup d'animaux dont la colonne vertébrale est plus ou moins réduite dans la région caudale : comme exemples, je peux citer le Cheval, la plupart de nos Ruminants, l'Ours, les Singes supérieurs. Je pense qu'en Amérique, de même qu'en Europe, les animaux ont d'abord eu une longue queue. M. Cope a justement fait remarquer la longueur de la queue chez le *Phenacodus*; les Ongulés, des époques plus récentes paraissent avoir eu ainsi qu'en Europe une queue plus courte.

Les faits de similitude que je viens de signaler sur les êtres fossiles de l'Ancien et du Nouveau Continent, peuvent résulter en partie de ce que ces animaux ont été en communication et sont descendus les uns des autres; cela apparaît dans les publications de MM. Cope, Rüttimeyer, Lemoine, Schlosser et d'autres. Pour les habitants des mers tels que les Cœlentérés, les Échinodermes, la plupart des Mollusques, des Crustacés, des Poissons et aussi pour quelques Reptiles comme les Mosasauridés, il y a eu de grandes facilités de communication (1). Beaucoup de fossiles terrestres ont une telle ressemblance qu'il est difficile de ne pas supposer, qu'eux aussi, ont passé de l'Ancien Continent dans le Nouveau ou réciproquement. Par exemple, les Mammifères du Purbeck étudiés par M. Owen ont d'étonnants rapports avec ceux que M. Marsh a signalés dans les Montagnes Rocheuses (2). Les formes si curieuses du Puerco et de Cernay mises en lumière, les premières par M. Cope et les secondes par M. Lemoine, ne sont pas sans analogie. Le *Coryphodon* et l'*Hyracotherium* du Suessonien d'Europe sont voisins de ceux du Wasatch. M. Cope, M. Filhol et d'autres naturalistes ont remarqué combien l'Oligocène de France et notamment de Ronzon ressemble à celui de l'Amérique; il y a de singuliers rapprochements entre les espèces des *Hyænodon*, *Pterodon*, *Didelphys*

(1) Il y a de telles analogies entre les invertébrés primaires d'Europe et d'Amérique qu'il est difficile de ne pas supposer qu'ils ont eu des communications. Dans mes Enchaînements du monde animal, Fossiles primaires, p. 150, j'ai reproduit une liste de Gastropodes dévoniens représentatifs des espèces d'Europe; cette liste est extraite d'un des intéressants résumés que M. Barrois a faits des travaux de Hall.

(2) Pour en donner une idée, j'ai figuré, dans une même page de mes Enchaînements du Monde animal, Fossiles secondaires, p. 287, en face du *Plagiaulax* du Purbeck, le *Ctenacodon* des Montagnes Rocheuses, en face du *Stylodon* du Purbeck, le *Stylacodon* des Montagnes Rocheuses, en face du *Triconodon* du Purbeck le *Priacodon* des Montagnes Rocheuses. J'ai emprunté à sir Richard Owen les dessins du Purbeck et au professeur Marsh les dessins des Montagnes Rocheuses.

(*Peratherium*), *Amphicyon*, *Machairodus* (1), *Acerotherium*, *Entelodon*, *Hypotamamus* (2), *Palæochærus* (3) des deux pays. Chacun admet qu'à une époque relativement récente des communications ont dû être établies entre l'Amérique et le Nord de l'Europe, puisqu'on y trouve des formes d'Eléphant, de Renne, de Cerf, d'Elan, de Bison, de Bœuf musqué, de Chien, etc., qui semblent des parents tout à fait proches. Les hommes ont pu passer en même temps que ces animaux.

On doit conclure de là que les communications des êtres pendant les temps géologiques ont été d'importants facteurs dans l'égalité de processus de leur évolution. Mais on ne saurait expliquer uniquement par des migrations la ressemblance des types de pays différents. Les différences tranchées que l'on observe, quand on passe d'un étage à un autre, proviennent de migrations qui ont produit des apparitions et des disparitions d'une manière plus ou moins prompte, et cela restera un grand honneur pour la mémoire d'Alcide d'Orbigny, d'avoir découvert que les étages superposés sur un même point renferment des espèces distinctes; la brusquerie est le propre de la plupart des étages géologiques. Mais à côté des changements brusques des étages, il s'est produit de lents changements qui ont peu à peu modifié la face du monde organique, faisant disparaître d'anciennes formes et en produisant de nouvelles : ce ne sont pas les migrations qui ont été la cause majeure de ces lents changements. S'il n'y avait eu que des migrations, la nature aurait tourné dans le même cercle, au lieu de présenter une merveilleuse diversité pendant le cours des âges. Quand on voudrait imaginer que la similitude des types d'Europe et d'Amérique provient uniquement de ce que ces types sont à un moment arrivés d'Europe ou arrivés d'Amérique, il resterait à expliquer les disparitions : puisque les disparitions des Trilobites, des Cystidés, des Mérostomes, des Ammonites, des Dinosauriens, des Ptérosauriens, des Mosasauriens ont eu lieu partout à peu près vers la même époque, on ne peut pas dire qu'elles résultent de ce que ces animaux ont changé de place. Les migrations ne sauraient expliquer toutes les différences et toutes les ressemblances.

Mes remarques s'appliquent à des pays qui sont sensiblement à

(1) M. Filhol dit que le *Machairodus bidentatus* des phosphorites du Quercy est étonnamment semblable au *Machairodus primævus* d'Amérique.

(2) M. Filhol ne peut distinguer certaines pièces d'*Hypotamamus* et d'*Entelodon* de Ronzon de celles des espèces américaines.

(3) Je n'ai pas vu le *Palæochærus* de l'Oligocène américain; c'est M. Cope qui l'a signalé.

la même latitude ; elles ne s'appliquent pas aux terres australes. Dans une partie de ces régions, l'évolution semble en retard ; ainsi la faune de l'Australie est à un stade peu éloigné de celui de l'Éocène inférieur de France et des Montagnes Rocheuses ; la Nouvelle Zélande et Madagascar avaient récemment encore des Oiseaux coureurs ainsi que le *Brontornis* et le *Gastornis* éocènes ; les Primates de Madagascar sont restés à l'état lémurien comme les *Adapis* éocènes d'Europe et de l'Amérique du Nord. M. Haake (1), s'inspirant des idées de Wallace, a prétendu qu'il était inutile d'imaginer une Lémurie, c'est à dire un Continent austral qui aurait été un centre de créations spéciales ; nous n'avons pas d'observations paléontologiques suffisantes pour pouvoir discuter cette question. Les dernières études de M. Seley nous montrent combien de choses nous avons à apprendre de l'Afrique australe. La rivalité dans le dévouement à la science de M. Ameghino d'une part, de MM. Moreno et Mercerat d'autre part, nous apportent des révélations importantes sur l'Amérique du Sud. Il faut attendre l'ensemble des résultats de ces nouvelles recherches pour se faire quelque idée de la marche de la vie dans l'hémisphère austral.

Même en nous bornant à notre hémisphère, nous devons reconnaître qu'il y a eu des inégalités dans l'évolution. L'Amérique a encore aujourd'hui une Pholadomye, des Lépidostées, des Amias et des Sarigues que notre Europe n'a plus, et elle n'a pas les grands Singes que possède l'Ancien Continent. A l'époque oligocène, au moment où les types de Mammifères américains ressemblaient le plus à ceux de l'Europe, plusieurs Ruminants d'Amérique avaient gardé quatre doigts (2), et cependant le *Xiphodon* de notre Éocène parisien n'avait déjà plus que deux doigts fonctionnels. A toutes les époques, il y a eu des précurseurs et des retardataires, c'est à dire des êtres qui se sont développés plus tôt que les autres, et d'autres qui se sont maintenus plus tard, de même que dans nos sociétés humaines nous voyons des enfants dont le développement est hâtif et des vieillards bien conservés pour leur âge. Les inégalités de détails existent partout ; sans elles le monde deviendrait monotone (3). Il faut chercher la similitude, non dans les détails, mais dans les ensembles.

(1) Wilhelm Haacke in Adelaide. Der Nordpol als Schöpfungszentrum der Landfauna (Biologisches Centralblatt, vol. VI, p. 363, Erlangen, 1887.

(2) *Orcodon*, *Merychylus*, *Mericochoerus* (Voir le récent Mémoire de M. Scott sur les Orcodontidés.

(3) Comme M. le Dr Fischer l'a dit au Congrès de Zoologie en 1889, dans son Rapport sur la distribution géographique des animaux, il y a eu à toutes les époques géologiques des régions zoologiques. Mais, suivant cet habile naturaliste, leurs différences ne sont le plus souvent que génériques ou spécifiques, et n'accusent pas de notables inégalités dans l'état d'évolution du monde organique.

La similitude de l'état d'évolution chez les animaux des Etats-Unis et de l'Europe est d'autant plus remarquable que la similitude dans les conditions d'existence est loin d'avoir été constante. Pendant les temps primaires et les temps triasiques, ces conditions ont pu être à peu près les mêmes. En Europe, comme dans l'Amérique du Nord, il y a eu après les longues formations marines du Cambrien, du Silurien, du Dévonien, du Calcaire carbonifère, un faible exhaussement des terres; sous un ciel humide et voilé s'est développé une riche végétation qui a formé la houille; et puis, pendant la plus grande partie de l'époque du Trias, le sol s'est exhaussé, s'est asséché; dans les Montagnes Rocheuses et la vallée du Connecticut ainsi qu'en Alsace et dans le Wurtemberg, des grès rouges et des limons endurcis semblent représenter une sorte d'ancienne terre analogue à notre terre actuelle de bruyère, exposée à un ardent soleil, dont les rayons, péroxidant les éléments ferrugineux, ont partout répandu la couleur rouge. Des deux côtés de l'Atlantique actuelle, si la fin des temps primaires a été l'époque du ciel gris, les temps du Trias ont été l'époque du ciel bleu. Les mêmes conditions ont pu favoriser les mêmes développements du monde organique.

Mais, après le Trias, la mer a pris possession de nos pays, et la vie terrestre n'y a reparu que par intervalles, au lieu que, dans les Montagnes Rocheuses, elle s'est continuée pendant une partie des temps jurassiques et créacés et pendant tous les temps tertiaires. Pourtant en dépit de ces différences dans les conditions de la vie et en dépit de distances immenses, la marche du monde organique paraît avoir été sensiblement la même; il y a eu des êtres plus ou moins gigantesques, plus ou moins nombreux, plus ou moins variés, mais les états d'évolution se sont beaucoup ressemblé.

En présence de ces similitudes, il est permis de croire que l'évolution du monde organique a été soumise à des lois générales; dans une séance ultérieure, je demanderai à la Société géologique la permission de lui dire quelque chose de ces lois.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ EN PROVENCE

du 27 Septembre au 3 Octobre 1891.

Les Membres de la Société qui ont pris part aux travaux de la réunion sont :

MM. ALMERA (Jaime),	MM. LORY,
BERGERON,	MATHERON,
BERTRAND (Léon),	MOUTET,
BERTRAND (Marcel),	OPPERMANN,
BOURGERY,	PELLAT,
CAYEUX,	RAVENEAU,
CHAIGNON (de),	RENEVIER,
COLLOT,	REYMOND,
DEPÉRET,	SAYN,
DURAND,	SEGOND,
FABRE,	TARDY,
FICHEUR,	THIÉRY,
GUEBHARD,	THOMAS,
GOUVERNEUR,	TORCAPEL,
KILIAN,	TOUCAS,
LANGLASSÉ,	VASSEUR,
LE MESLE,	ZÜRCHER.

Les personnes étrangères à la Société qui ont suivi l'excursion sont :

MM. BOFFIL,	MM. LECOQC,
GARANCE,	MATTA,
GENTIL,	MOLLIARD,
JANET,	PARENT,
JUST,	TOURNIER.

Séance du 27 Septembre 1891

PRÉSIDENTICE DE M. M. BERTRAND.

Les Membres de la Société se sont réunis à huit heures et demie du matin dans l'Amphithéâtre de la Faculté des Sciences.

M. BERTRAND, ancien Président, déclare la session extraordinaire ouverte et annonce deux présentations.

Il est procédé à la nomination du Bureau pour la durée de la session. Sont élus :

MM. M. BERTRAND, Président.		MM. SEGOND, } Secrétaires.
M. ZÜRCHER, } TOUCAS, } DEPÉRET, } VASSEUR. }	Vice-Présidents	THOMAS. } THIÉRY, Trésorier

M. BERTRAND remercie ses confrères de l'honneur qu'ils lui ont fait en le désignant comme Président :

La tâche du Président, dit-il, est toujours rendue facile par la cordialité qui règne dans nos séances ; pourtant je me sens ici moins apte que tout autre à la remplir. Le but principal de la session étant de vérifier les idées que j'ai émises sur la structure de la Provence, mon rôle dans les débats qui pourront se produire est celui de défenseur, incompatible avec celui de Président. Une fois les séances ouvertes, j'aurai sans doute le plus souvent à prier un des vice-présidents de me remplacer, et dès aujourd'hui, après vous avoir remerciés, je sens le devoir de céder la place à un plus digne. M. Matheron, le doyen respecté des géologues de Provence et même sans doute de France, ne pouvant nous suivre dans nos excursions, a voulu du moins se joindre à nous aujourd'hui. C'est lui qui, par des études commencées il y a plus de soixante ans, a débrouillé le chaos de la succession des terrains en Provence ; il a vu le temps où les lignites de Fuveau étaient considérés comme miocènes, où les grès à reptiles qui les surmontent étaient assimilés au Permien et les calcaires de Rognac au Zechstein. Il a remis lentement et sûrement chaque étage et chaque faune à sa place ; il a fourni ainsi à ses successeurs des bases certaines pour l'étude des assimilations à grande distance et pour celle des dislocations du sol. M. Matheron est le président de droit de toute session qui se tient en Provence,

et je crois répondre au désir unanime de nos confrères en le priant d'accepter au moins la présidence d'honneur de notre séance.

M. MATHERON, en prenant possession du siège présidentiel, remercie ses confrères et en particulier M. Bertrand. Il fait un exposé rapide des progrès de la Géologie en Provence. Il rappelle l'état de la science en 1828, époque à laquelle il commença ses études, et termine en donnant quelques détails sur le Cénomanién d'eau douce qui s'étend de la Dordogne jusqu'au Var, en passant par le Gard et les Bouches-du-Rhône et sur lequel ses études se portent actuellement.

Le Président soumet ensuite à la Société, au nom de M. Bertrand, le programme des excursions, qui est adopté sans modification, et se trouve arrêté de la manière suivante :

Dimanche 27 Septembre. — Excursion, après-midi, aux environs de Marseille.

Lundi 28 Septembre. — Départ de Marseille en chemin de fer à 6 h. 50. — Aptien et Cénomanién de la Bédoule. Faciès différents du Turonien : Marnes à *Periaster Verneuli* et calcaires à *Biradiolites cornupastoris* d'un côté, poudingues de l'autre. Déjeuner à la Ciotat. Trajet de la Ciotat à Bandol en bateau à vapeur (si le temps le permet). Vue de la falaise qui montre le passage latéral des poudingues aux calcaires à Hippurites. A Bandol, pénétration du basalte dans l'Aquitanién. Voitures jusqu'au Beausset. Coucher au Beausset.

Mardi 29 Septembre. — Coupe de l'étage sénonien ; calcaires à Hippurites ; grès à empreintes végétales ; couches à *Lima ovata* (gisements fossilifères du Castellet) ; couches à *Melanopsis* et à *Cyrena galloprovincialis*. Ilots de Trias et d'Infralias. Ravin du Moulin de la Cadière. Déjeuner à la Cadière.

Terminaison de la lentille de calcaires à Hippurites. Marnes à *Exogyra Matheroni* (le Moutin). Retour au Beausset en voitures. — Séance le soir.

Mercredi 30 Septembre. — Ilot triasique du Beausset. Voitures jusqu'à Sainte-Anne. Sables et calcaires à Hippurites du Val d'Aren. Couches à *Micraster brevis*, calcaires à Hippurites sénoniens (niveau supérieur) ; couches à *Ostrea acutirostris* et à *Turritella Coquandi*. Série crétacée réduite et renversée. Série triasique et infraliasique renversée. Déjeuner au Canadeau.

Enclaves crétacées au milieu du Trias. Muschelkalk de la Mame

et Sénonien de Rouve (gisement de l'*Ammonites polyopsis*). Vieux Beusset : gypse et calcaire à *Avicula contorta*, en superposition normale. Coucher au Beusset.

Jeudi 1^{er} Octobre. — Voitures jusqu'à la Cadière; Télégraphe de la Cadière; série crétacée renversée. Brèche au contact des Hippurites et du Trias. Ilot crétacé au milieu du Trias. Déjeuner à Fontanieu.

Galerie de la mine de lignites. Superposition du Trias au Crétacé. Lambeaux urgoniens intercalés. Brèche de faille. Retour au Beusset en voitures. — Séance le soir.

Vendredi 2 Octobre. — Gisements cénomaniens de la Baralière et de Turben. Disparition de l'Aptien sur le bord oriental du bassin du Beusset. — Bauxite. — Filon de basalte dans les calcaires à Hippurites. Dédoublement de la barre augoumiennne. Faille courbe de Broussan, faisant pénétrer le Muschelkalk au milieu du Crétacé. Basalte d'Evenos; barre de Cimai; grand développement de l'Aptien (et du Gault?). Retour à Sainte-Anne, voitures jusqu'au Beusset.

(Pour cette course, qui est un peu longue et relativement pénible, il faudra, comme pour celle du lendemain, emporter individuellement son déjeuner).

Samedi 3 Octobre. — Départ du Beusset en voitures à 6 heures du matin. Voitures jusqu'à Chibron (bassin d'affaissement). Bord septentrional du bassin du Beusset, jusqu'aux dolomies jurassiques. Pli de la Sainte-Beaume; série jurassique renversée; îlots crétacés mis au jour par la dénudation sous le Jurassique; marbres métamorphiques. Colline crétacée avec chapeau jurassique. Hippurites et grès de Mazaugues; gisements de Cyclolites. Superposition directe des calcaires à Hippurites au Jurassique. Voitures jusqu'à Brignoles. Dîner et coucher à Brignoles.

Dimanche 4 Octobre. — Le matin, séance de clôture. Le soir, course au Candelon. Série jurassique, couches à *Ammonites Sowerbyi*. Plissements des calcaires à Hippurites *au-dessous* du Jurassique. Coucher à Brignoles.

Lundi 5 Octobre. — Départ de Brignoles en voiture. Bassin crétacé du Val; superposition directe des couches de Fuveau au Jurassique. Exploitation de bauxite. Déjeuner à Salernes. Couches de Rognac (calcaires à Cyclophores et grès rouges) reposant sur les dolomies jurassiques. Tufs pliocènes.

Mardi 6 Octobre. — Etude du pli de Salernes. Jurassique (Infralias fossilifère) recouvrant le Crétacé. Défilé de la Bouissière : Infralias horizontal surmontant la série jurassique plissée, avec intercalation d'une bande crétacée. Croix de Solliès ; pli secondaire dans la nappe de recouvrement. Clôture de la session.

MM. Leenhardt, Depéret et Kilian proposent de guider ceux de nos confrères qui voudraient effectuer leur retour par Apt et le Luberon. Le programme pourrait être le suivant :

Le mardi soir, coucher à Pertuis.

Mercredi 7 Octobre. — Départ de Pertuis pour Cucuron, puis pour Apt. Dîner et coucher à Apt.

Différents niveaux de l'Helvétien ; mollasse de Cucuron, marnes de Cabrières. Calcaire lacustre à *Helix Christoli* et limons à *Hipparion*.

Jeudi 8 Octobre. — Bassin d'Apt. Aptien, Gault sableux et minerai de fer. Série oligocène de Sainte-Radegonde ; lignites de la Débruge à *Palæotherium* ; couches à *Cyrena semistriata*. Gypse ; calcaire à *Hydrobia Dubuisoni*.

Sables crétacés (sables bigarrés) de Roussillon. Sables bigarrés tertiaires (Eocène inférieur). Eocène moyen : calc. à *Bulimus Hopei*. Oligocène. Dîner et coucher à Apt.

Vendredi 9 Octobre. — Départ pour Orgon en chemin de fer à 4 h. 46. Urgonien ; couches de Rognac à Lychnus ; sables bigarrés ; calcaire à *Bulimus Hopei*. Déjeuner à Orgon ; le soir rentrée à Avignon, pour rejoindre l'express de la grande ligne.

M. Collot se met également à la disposition de nos confrères qui voudraient, soit avant, soit après la session, étudier les environs d'Aix ou le bassin de Fuveau.

Quelques membres ayant fait la veille une course aux Martigues, pour visiter, sous la conduite de M. Vasseur, le gisement de flore turonienne, M. Vasseur rend compte de cette excursion (1).

M. MATHERON s'élève contre l'emploi des noms *Hippurites giganteus* et *Hipp. cornu vaccinum*, tel que l'a fait M. Vasseur. Il proteste aussi contre l'assimilation des couches à *Ostrea Matheroni* à la partie supérieure du Sénonien.

(1) Le manuscrit de M. Vasseur n'étant pas parvenu à temps au Secrétariat, le Compte-Rendu de cette excursion, ainsi que les différentes notes de M. Vasseur, relatives à la Réunion extraordinaire, paraîtront ultérieurement.

M. BERTRAND expose sommairement le programme des courses du lundi et du mardi, et insiste surtout sur la partie de la première journée qui doit être employée à examiner, entre Saint-Cyr et la Ciotat, le changement brusque de faciès du Turonien, et le passage, admirablement visible dans les falaises, des calcaires à Hippurites à des masses de poudingues.

M. TOUCAS, sur l'invitation du Président, rappelle la succession des zones du terrain crétacé que la Société doit rencontrer autour du Beausset.

Note sur la succession des Zones du Terrain crétacé du Beausset et sur leur comparaison avec celle des Martigues

par M. Toucas.

Les zones successives du terrain crétacé dans le bassin du Beausset sont les suivantes :

NÉOCOMIEN SUPÉRIEUR OU HAUTERIVIEN.		{ Calcaires marneux à <i>Ostrea Couloni</i> , <i>Terebratula prælonga</i> et <i>Echinospatagus</i> .
URGONIEN.		{ 1° Calcaires à silex. 2° Calcaires compacts à <i>Requienia ammonia</i> et <i>Toucasia carinata</i> . 3° Calcaires à <i>Ammonites recticostatus</i> , <i>Am. Matheroni</i> et <i>Ostrea aquila</i> .
APTIEN.	{ Bédoulien.	{ Calcaires marneux et marnes à <i>Ancyloceras Matheroni</i> , <i>Nautilus plicatus</i> , <i>Am. fissicostatus</i> (= <i>consobrinus</i>), et <i>Belemnites semicanaliculatus</i> .
	{ Gargasien.	{ Marnes à <i>Belemnites semicanaliculatus</i> et petites Ammonites pyriteuses, <i>Am. Nisus</i> , <i>Am. Dufrenoyi</i> , etc.
GAULT ?		{ Marnes grises sans fossiles.
CÉNOMANIEN.	{ Rhotomagien.	{ Grès glauconieux à fossiles de la Craie de Rouen: <i>Pecten asper</i> , <i>Echinoconus rhotomagensis</i> , <i>Oolopygus Bargesi</i> , <i>Discoidea subuculus</i> , <i>Cidaris Sorigneti</i> , et <i>Orbitolina concava</i> .
	{ Carentonien.	{ 1° Grès plus ou moins calcarifères et lits de sables jaunes intercalés, avec <i>Anorthopygus orbicularis</i> , <i>Codiopsis doma</i> , <i>Radiolites foliaceus</i> , <i>Caprinella triangularis</i> , <i>Orbitolites conica</i> . 2° Calcaires compacts à <i>Caprina adversa</i> , <i>Radiolites Sharpei</i> , <i>Caprotina lavigata</i> , <i>Ostrea columba</i> , <i>Ost. flabella</i> , <i>Ost. carinata</i> et <i>Terebrirostra Bargesi</i> .

TURONIEN.	Ligérien.	}	1 ^o Calcaires marneux noduleux avec <i>Am. nodosoides</i> , <i>Am. Rochebrunei</i> , <i>Buchiceras</i> ou <i>Tissotia</i> sp. nov. à la base, et nombreux <i>Linthia</i> , <i>Verneuli</i> , <i>Epiaster meridianensis</i> , au-dessus.
			2 ^o Marnes schisteuses à <i>Catopygus obtusus</i> , <i>Nucleolites parallelus</i> . <i>Cidaris hirudo</i> , <i>Discoidea infera</i> et <i>Rhynch. Cuvieri</i> .
	Angoumien.	}	Calcaires généralement compacts à <i>Biradiolites cornupastoris</i> et <i>Hippurites petrocoriensis</i> , passant à des grès ou sables sans fossiles.
SÉNONIEN.	Santonien.		}
		2 ^o Grès à <i>Micraster brevis</i> , <i>Am. Bourgeoisii</i> (= <i>Emscheris</i>), <i>Am. tricarinatus</i> .	
		3 ^o Calcaire marneux à <i>Inoceramus digitatus</i> , <i>Am. Texanus</i> , <i>Cideris clavigera</i> et nombreux spongiaires.	
		4 ^o Grès à <i>Am. Texanus</i> , <i>Actinocamax verus</i> et <i>Ostrea proboscidea</i> .	
SÉNONIEN.	Campanien	}	1 ^o Calcaires à <i>Hipp. dilatatus</i> , <i>Hipp. galloprovincialis</i> , <i>Hipp. Toucasi</i> , formant plusieurs bancs intercalés au milieu de grès ou marnes à Echinides et Huitres, <i>Leiosoma meridanense</i> , <i>Pliostophyma Toucasi</i> , <i>Cyphosoma microtuberculatum</i> , <i>Cyphos. subnudum</i> .
			2 ^o Grès à végétaux, <i>Araucaria Toucasi</i> , <i>Magnolia telonensis</i> , etc.
			3 ^o Marnes à <i>Ostrea Matheroni</i> .
			4 ^o Calcaires marneux à <i>lima ovata</i> et <i>Cidaris cretosa</i> .
			5 ^o Calcaires plus durs à <i>Nerinea bisulcata</i> et Rudistes de grande taille, <i>Hipp. cf. radiosus</i> .
DANIEN.	Maestrichtien.	}	1 ^o Calcaires marneux pétris d' <i>Ostrea acutirostris</i> .
			2 ^o Calcaires marneux saumâtres avec <i>Cassiope Coquandi</i> , <i>Cas. Renauzi</i> , <i>Cardium Villeneuvei</i> , Corbules et Huitres.
	Valdonien.	}	Calcaires marneux lacustres à <i>Melanopsis galloprovincialis</i> , <i>Cyrena globosa</i> et <i>Neritina Brongniarti</i> .
Fuvélien.	Calcaires lacustres en plaquettes, à petites <i>Cyrena galloprovincialis</i> , <i>Cyr. Gardanensis</i> , etc., avec lignites exploités.		

Si on compare cette succession de zones à celle que l'on a observée la veille aux environs des Martigues, on remarque des différences assez sensibles dans tous les étages et particulièrement dans la composition des zones du Cénomanién, du Turonien et du Sénonien.

Sauf le Gault qui ne serait qu'imparfaitement représenté, la coupe du bassin du Beausset présente un des types classiques les plus complets, permettant d'établir des rapprochements avec tous

les bassins connus. Cette étude a déjà été faite pour le Crétacé des Corbières, des Charentes, du bassin de Paris et du Nord de l'Europe et a eu pour résultat de fixer d'une manière plus précise l'âge des couches à Rudistes, que l'on rencontre généralement dans le Crétacé du Midi de l'Europe.

La coupe des Martigues est loin de présenter une succession aussi complète que celle de la Bédoule au Beausset. Le Cénomancien y est réduit au Carentonien à *Ichtyosarcolithes*, *Caprina adversa*, *Ostrea columba*, *O. flabella*, *Heterodiadema lybicum*. Les couches à faune de Rouen y font complètement défaut.

Le Ligérien à *Am. nodosoides* et *Linthia Verneuli*, si épais à La Bédoule et à Cassis, est à peine représenté aux Martigues par une faible couche de calcaires marneux noduleux dans laquelle Reynès aurait recueilli *Inoceramus labiatus*.

Les calcaires angoumiens à *Biradiolites cornupastoris* ne comprennent également qu'un banc à Hippurites, mais ce banc est recouvert par la grande formation des grès roux de La Mède, qui paraissent remplacer ici, comme à la Ciotat, la plus grande partie des calcaires angoumiens.

Le Santonien des Martigues débute bien par des calcaires à *Rhynch. petrocoriensis*; mais les autres zones de cet étage, si bien représentées au Beausset par les couches à *Micraster brevis*, à *Inoceramus digitatus* et à *Ammonites texanus*, qui séparent nettement les deux grands niveaux à Hippurites, comme dans les Corbières et dans les Charentes, sont remplacées aux Martigues par des calcaires à Rudistes, caractérisés dès la base par de nombreux *Hippurites giganteus* et plus haut par l'*Hipp. corbaricus*, au-dessus desquels viennent les calcaires à *Hipp. dilatatus*, identiques à ceux des barres du Castellet et de La Cadière.

Cette différence entre les deux coupes des Martigues et du Beausset permet aujourd'hui de se rendre compte des raisons pour lesquelles Coquand avait cru reconnaître en Provence le dédoublement de ses calcaires angoumiens et provenciens des Charentes. La coupe des Martigues, avec cette continuité de calcaires à Hippurites au dessus d'une zone qu'on rapportait avec raison au Turonien, pouvait en quelque sorte expliquer cette manière de voir; mais maintenant que la faune des Hippurites est mieux connue, et grâce à l'étude détaillée et comparée des assises du Beausset, des Corbières et des Charentes, on voit que cette coupe des Martigues avait été mal interprétée et que les calcaires à *Hippurites giganteus* représentent là, comme dans la région Sud-Est du bassin du Beausset, les couches santoniennes à *Micraster brevis*. La Société aura d'ail-

leurs l'occasion de vérifier ce fait lorsqu'elle ira visiter, le 30 septembre, les calcaires à *Micraster brevis* et à Hippurites du Val d'Aren.

A propos de la zone à *Ostrea acutirostris*, M. PÉRON fait remarquer que l'huître jadis dénommée par M. Matheron *Ostrea galloprovincialis* n'a rien de commun avec l'*Ostrea* de la Craie du Nord, décrite par M. Nilsson. Ce fossile doit donc reprendre son ancien nom.

M. MATHERON fait ses réserves sur l'assimilation de l'*Ostrea galloprovincialis* avec l'huître figurée par d'Orbigny.

M. TOUCAS dit qu'il a trouvé des échantillons allongés, exactement semblables au type de Nilsson.

Séance du 29 Septembre 1891, au Beausset.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

Le Président remercie M. le Maire et les habitants du Beausset de l'hospitalité qu'ils ont si aimablement offerte aux membres de la Société géologique. Il rappelle le souvenir du D^r Toucas, dont les belles collections, visitées d'abord par d'Orbigny, ont rendu célèbre, parmi les géologues, le nom du Beausset et ont fourni à son fils, le commandant Toucas, les premiers matériaux pour des travaux d'une haute portée. Ce sont des titres dont leurs compatriotes ont le droit d'être fiers, et qui suffiraient à expliquer l'accueil sympathique reçu par la Société.

Par suite des présentations faites dans la précédente séance, le Président proclame membres de la Société :

M. le D^r GEBHARDT, agrégé de la Faculté de médecine, à Nice, présenté par MM. Renevier et M. Bertrand.

M. OPPERMANN, ingénieur en chef des Mines, à Marseille, présenté par MM. M. Bertrand et Zürcher.

Le Président donne lecture d'une lettre de M. Matheron, qui regrette l'impossibilité où il se trouve, malgré son désir, de se rendre au Beausset, et envoie une courte note sur l'âge de la série saumâtre de Fuveau et de Rognac.

*Note sur l'âge de la Série saumâtre et d'eau douce
de Fuveau et de Rognac,*

par M. Matheron.

Lorsqu'en 1863 (1) j'ai manifesté l'opinion que les lignites de Fuveau (2) me paraissaient contemporains de la Craie supérieure et que, plus tard, en octobre 1864, j'ai développé cette opinion devant la Société géologique réunie à Marseille (3), j'ai cédé à la logique des faits que j'avais observés dans l'Ouest et le Midi de la France, dans le Bassin de Paris, dans les environs d'Aix-la-Chapelle et de Maëstricht, non sans avoir cherché à me rendre compte de la position que devait occuper la série de couches dont il s'agit au-dessous du terrain tertiaire, dans lequel jusqu'alors on s'était accordé à les placer.

Les idées que j'avais à cet égard ont été formulées par moi dans la notice sur les reptiles fossiles des couches fluvio-lacustres crétacées du bassin à lignite de Fuveau, que j'ai publiée en 1869 (4). Ces idées se trouvent présentées, avec plus de détails, dans ma note du 21 avril 1876 (5), qui est suivie d'une note de Leymerie, laquelle, sauf peut-être quelques questions de pur détail, concorde parfaitement avec la mienne. C'est à la suite que M. Munier-Chalmas a formulé l'opinion que le calcaire de Rognac dépendait du terrain danien.

C'est là une opinion que rien ne me paraît justifier, et par l'application de laquelle on est arrivé à cette singulière conclusion de placer au-dessus du calcaire de Gensac et de Monléon (niveau à *Hemipneustes* de Maëstricht) des couches qui lui sont incontestablement inférieures.

Cette erreur tient, d'une part, à ce qu'on a cru que le groupe d'Alet représentait l'ensemble du terrain garumnien de Leymerie, et par conséquent la totalité des couches de Rognac, tandis qu'il ne représente que les couches rutilantes qu'on peut suivre depuis le département de la Haute-Garonne jusque dans le département de

(1) *B. S. G. F.*, 2^e série, t. XXI, p. 109.

(2) Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas seulement des lignites, mais de toute la série de couches d'eau douce et d'eau saumâtre à la base de laquelle sont ces lignites.

(3) *B. S. G. F.*, 2^e série, t. XXI, p. 522 et suivantes.

(4) Mémoire de l'Académie de Marseille. Années 1868-1869.

(5) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. IV, p. 415 et suivantes, avec un tableau.

l'Hérault, où elles recouvrent des calcaires caractérisés par presque toutes les espèces des calcaires de Rognac.

Cette erreur est due, d'autre part, à ce qu'on a placé à des niveaux différents les couches d'eau saumâtre à *Cassiopé* et les couches qui constituent la zone supérieure du Santonien (de Coquand), c'est-à-dire les couches de Sougraine, du Gros-Piroou, etc., etc., celles-ci au-dessous et les autres au-dessus du niveau de Maëstricht, tandis qu'elles sont parallèles et qu'elles ne diffèrent qu'en ce que dans les unes la totalité de la faune est marine, tandis que dans les autres toutes les espèces qui n'ont pu vivre dans les eaux saumâtres ont été éliminées, alors que d'autre part des espèces d'eau saumâtre sont entrées dans la composition de la faune. En résumé, des espèces sont communes aux deux faunes.

Je termine cette note écrite à la hâte, en faisant remarquer aux Membres de la Société géologique, réunis au Beausset, ce fait capital qu'à Gosau il existe un Santonien d'eau saumâtre *qui est semblable à celui du Plan d'Aups*; qu'au-dessus de ce Santonien saumâtre il existe à Gosau des couches d'eau saumâtre qui tiennent la place de celles qui existent au Plan d'Aups et dans les environs du Beausset, et que tandis qu'au Beausset la série lacustre continue par des lignites, à Gosau, les couches d'eau douce sont remplacées par des couches à *Inoceramus Cripsi*.

M. VASSEUR rend compte de la course du 27 septembre dans le bassin tertiaire de Marseille.

M. TOUCAS, après avoir remercié M. Bertrand des paroles flatteuses qu'il a bien voulu prononcer en souvenir de son père, rend compte de la course du 28 septembre.

Compte-rendu de l'excursion du 28 Septembre, d'Aubagne au
Beausset par La Bédoule, La Ciotat et Bandol.

Lundi matin, à 6 heures 30, la Société s'est rendue par les voies ferrées à Aubagne, où elle a trouvé des voitures qui l'ont conduite directement à la Bédoule, en suivant la grande route d'Aubagne à Cuges. Pendant ce trajet, on a traversé rapidement la zone des calcaires marneux à *Ostrea Couloni*, *Terebratula praelonga* et *Echinospatagus* de l'Hauterivien, les calcaires à silex et les calcaires compacts à *Requienia ammonia* et *Toucasia carinata* de l'Urgonien,

qui constituent la plus grande partie de ce massif montagneux qui forme ceinture tout autour du bassin crétacé du Beausset.

A La Bédoule, la Société a mis pied à terre pour visiter les carrières exploitées dans la zone des calcaires marneux à *Ancyloceras Matheroni* de l'Aptien inférieur, où l'on a reconnu bien vite les fossiles les plus caractéristiques de cette zone, *Nautilus plicatus*, *Nautilus neocomiensis*, *Ammonites fissicostatus* = *consobrinus*, *Am. Martini*, *Ancyloceras Matheroni*, *Echinospatagus Collegnii*, et quelques sections de *Belemnites* qui semblent faire supposer que le *Belemnites semicanaliculatus* commence déjà à paraître dans cette assise.

La Société n'a pas pu examiner en ce point la zone de passage entre l'assise précédente et les calcaires compacts à Réquiéniens ; cette zone, bien visible et facile à reconnaître au nord de la station de Cassis, un peu après la sortie du tunnel, est formée par de petits bancs calcaires assez résistants, mais moins compacts que les calcaires coralligènes sur lesquels ils reposent ; on y trouve encore l'*Ammonites recticostatus*, espèce caractéristique de l'Urgonien pélagique, qui est associé ici, comme à Lafarge, près du Teil, dans l'Ardèche, à quelques espèces aptiennes, *Ammonites Matheroni*, *Ostrea aquila*, etc.

Après avoir fouillé un moment le ravin de La Bédoule, gisement principal des grands *Ancyloceras*, la Société a traversé les marnes à *Belemnites semicanaliculatus*, qui constituent la zone supérieure de l'Aptien, connue sous le nom de Gargasien, et caractérisée par de petits fossiles pyriteux : *Am. nisus*, *Am. Dufrenoyi*, *Platycyathus Orbigny*, *Trochocyathus aptiensis*, etc.

Les marnes grises, que l'on a ensuite observées, ne renferment aucun fossile et semblent représenter le Gault, seul étage qui autrement ferait défaut dans la région. Il est bon de rappeler à ce sujet que de nombreux fossiles du Gault, *Am. latidorsatus*, *A. Velladae*, *A. Mayori*, ont été signalés depuis longtemps dans les grès ferrugineux du banc des Lombards sur la falaise de Cassis, où ils sont associés à des espèces caractéristiques de la Craie de Rouen comme *Turrilites costatus*, *Am. hotomagensis*, *Baculites baculoides*.

Les grès glauconieux de La Bédoule, que la Société a suivis un moment, ne renferment aucun fossile du Gault ; leur faune, très riche, est franchement celle de la craie glauconieuse de Rouen. C'est la véritable zone inférieure du Cénomaniens, qu'on désigne sous le nom de Rhotomagien. Ces grès forment la plus grande partie des talus ravinés du versant Nord de la hauteur, traversée par la route qui conduit de La Bédoule à

La Ciotat; on y trouve de nombreux Echinides, *Echinoconus rhotomagensis*, *Ech. castaneus*, *Oolopygus Bargesi*, *Holaster suborbicularis*, *Hemiaster bufo*, *Discoidea subuculus*, *Cidaris gibberula*, *Cid. Sorigneti*, etc., et en outre *Pecten asper*, *Am. Mantelli*, *Orbitolina concava*.

Après avoir cherché un instant dans les grès rhotomagiens, la Société a continué à suivre à pied la coupe classique de La Bédoule et elle a reconnu successivement les autres zones du Cénomaniens. Immédiatement au-dessus des grès à faune de la craie de Rouen, on a remarqué une série de bancs de grès plus ou moins calcari-fères, alternant avec des sables jaunes et renfermant de nombreuses petites *Orbitolites*, ainsi que *Anorthopygus orbicularis*, *Codiopsis doma*, *Pygaster truncatus*, et quelques rudistes, *Radiolites foliaceus*, *Caprinella* (= *Ichthyosarcolithes*) *triangularis*, etc., qui paraissent relier cette assise à la suivante.

Ces couches à *Anorthopygus orbicularis* et *Ichthyosarcolithes* constituent la base de la zone des grès du Maine, ou Carentonien de Coquand. Les grands bancs de calcaires gris compacts à *Caprina adversa*, qu'on a ensuite traversés et qui se détachent si bien à l'œil des grès inférieurs, forment la partie la plus élevée du Carentonien ou du Cénomaniens supérieur; on y a recueilli de nombreux Rudistes, *Caprina adversa*, *Ichthyosarcolithes triangularis*, *Radiolites Sharpei*, *Caprotina lævigata*, *Caprotina quadripartita*, ainsi que *Terebrirostra Bargesi*, *Pygaulus subæqualis*, *Hemiaster Orbignyi*, *Ostrea columba*, *Ost. carinata*, etc. Le dernier banc est terminé par une surface lisse, très dure, corrodée et usée par les eaux, bien visible à droite de la route de La Ciotat, au pied du talus marneux des assises turonniennes.

La Société s'est arrêtée sur ce point pour permettre à ses membres de recueillir quelques fossiles dans la zone du Ligérien ou Turo-nien inférieur. Cette zone commence immédiatement au-dessus du banc à surface corrodée et peut se suivre tout le long du ravin des Jeannots; elle est formée par une puissante assise de calcaires marneux et de marnes dans laquelle on distingue : à la base, un banc de calcaires marneux noduleux avec *Am. nodosoides*, *Am. Rochebrunei*, *Buchiceras (Tissotia) sp. nov.*, *Linthia Verneuili*, *Hemiaster Heberti*; au milieu, une masse de marnes ou calcaires très marneux avec nombreux *Linthia Verneuili*, *Epiaster meridanaensis*, *Hemiaster Heberti*, *Hem. Gauthieri*, *Pterodonta inflata*, etc.; à la partie supérieure, des marnes grises schisteuses peu fossilifères, mais renfermant sur certains points les Echinides de Bousse, *Nucleolites parallelus*, *Catopygus obtusus*, *Discoidea*

infera, *Cidaris hirudo*, avec *Rhynch. Cuvieri* et *Terabratula lenticularis*.

En suivant la route de La Bédoule à La Ciotat, la Société a coupé obliquement toutes ces couches; elle est ensuite remontée en voitures pour traverser plus rapidement les calcaires angoumiens à *Biradiolites cornupastoris*, qui constituent toute la partie supérieure de l'escarpement et s'étendent au-delà sur l'autre versant jusqu'aux environs de la station de La Ciotat et du hameau de Ceyreste. Ces calcaires, très épais et généralement en gros bancs très compacts, renferment souvent de nombreux Rudistes et particulièrement de très grands Radiolites et de beaux échantillons d'*Hippurites petrocoriensis* Douvillé, dont on a pu voir les sections sur les bords mêmes de la route avant d'arriver à La Ciotat. On a également remarqué dans les calcaires angoumiens quelques Nérinées, et dans les bancs les plus élevés de très petits Hippurites, formant groupes, désignés autrefois sous le nom d'*Hipp. organisans*, mais reconnus aujourd'hui comme appartenant à une espèce nouvelle, du groupe de l'*Hipp. Toucasi*. Le *Biradiolites cornupastoris*, qui caractérise particulièrement cette assise, se rencontre isolé et en assez bon état dans des couches plus marneuses aux environs de l'ancien télégraphe de Roquefort.

La Société est arrivée à La Ciotat vers 11 h. Avant le déjeuner, elle a eu le temps d'aller examiner, sous la conduite de son président, les grès et poudingues angoumiens du Bec de l'Aigle, qu'on verra dans l'après-midi passer latéralement aux calcaires à *Biradiolites cornupastoris* du Baon-Redon.

A midi la Société est rentrée à La Ciotat pour déjeuner, et à 1 h. et demie elle s'est embarquée sur un superbe bateau à vapeur qui l'a conduite le long de la falaise entre La Ciotat et Cassis. Favorisé par une mer calme et un très beau temps, on a pu s'approcher assez près de la côte pour vérifier le passage latéral des poudingues du Bec de l'Aigle aux calcaires angoumiens du Baon-Redon, qui forment au-dessus de Cassis le prolongement des calcaires à *Hippurites petrocoriensis*, qu'on avait traversés en voiture dans la matinée. On s'est avancé ainsi jusqu'à hauteur du cap Canaille, où on a retrouvé les assises inférieures du Turonien et du Cénomaniens de La Bédoule.

M. BERTRAND ajoute les remarques suivantes sur la seconde partie de l'excursion.

Compte-rendu de la Course de la Ciotat et de Bandol

par M. M. Bertrand.

La visite de la coupe classique de la Bédoule avait eu surtout pour but de nous fournir un terme de comparaison avec la coupe toute dissemblable qui se voit dans les falaises de la Ciotat, à une distance de 4 kilomètres à peine. Ces brusques modifications latérales des étages sont assez fréquentes dans le bassin du Beausset, mais nulle part elles ne sont aussi frappantes qu'auprès de la Ciotat. Les cent mètres de marnes à *Periaster Verneuili* (Ligérien), et les deux cents mètres de calcaires angoumiens disparaissent au sud de la Ciotat, et à leur place, sous les marnes sénoniennes, on trouve une accumulation, plus puissante encore, de poudingues grossiers que rien n'annonçait dans la coupe de la matinée. On peut, en suivant le haut de la falaise, arriver, par une course assez pénible, à voir le passage des poudingues à des grès, puis à des calcaires gréseux, et l'intercalation progressive de bancs de calcaires à Hippurites, dont la pointe extrême va se perdre au milieu même des poudingues. En passant en mer à petite distance des falaises, dont le pied est malheureusement inabordable, tous les détails de ce passage se voient plus facilement et avec une admirable netteté. C'est pour nous permettre de faire cette constatation que M. Zürcher avait organisé le transport en bateau à vapeur de la Ciotat à Bandol.

Nous sommes allés d'abord voir en place les poudingues dans la première petite anse qui se trouve au sud de la Ciotat. Sur le chemin déjà, qui ne montre pas la roche en place, on voit le sol couvert de cailloux siliceux roulés; ces cailloux, cimentés en une masse très dure, forment l'ensemble des rochers de l'Aigle, dont nous admirons devant nous les contours déchiquetés; de ce côté, il n'y a pas de stratification apparente, parce que c'est un même banc qui, comme une grande écaille, recouvre toute la pente qui nous fait face. Mais du côté de la mer, dans l'île Verte, composée des mêmes bancs, on voit très bien la pente accentuée des couches vers la Ciotat et vers le bassin sénonien. Avec les profils tourmentés des rochers, et grâce à la teinte rougeâtre d'une partie des galets, on se croirait transporté dans une région permienne. M. Toucas nous raconte, en effet, que Coquand lui a reproché de ne pas avoir, sur sa carte du bassin du Beausset, marqué de Permien à la Ciotat.

L'illusion, d'ailleurs, ne peut durer longtemps quand on examine de près, comme nous l'avons fait, les cailloux du conglomérat. Une grande partie d'entre eux, en effet, semble bien d'origine permienne ; mais, à côté de ces grès micacés, on trouve de nombreux blocs calcaires, parmi lesquels nous avons pu reconnaître des morceaux d'Infralias et des calcaires blancs qui ne peuvent appartenir qu'au Jurassique supérieur ou au Crétacé. On remarque aussi des morceaux de grès lustrés, véritables quartzites, que M. Depéret est tenté de rapprocher des grès cénomaniens du bassin d'Apt. Ce faciès du Cénomancien n'est pas connu aujourd'hui en Provence, mais il se pourrait en effet qu'il eût existé dans les régions littorales situées au Sud et aujourd'hui dénudées. Quoi qu'il en soit, il est certain, d'après le seul examen des galets, que le poudingue ne peut être permien et qu'il est certainement crétacé. On peut, d'ailleurs, à peu de distance, sur le chemin du Sémaphore, voir un banc formé de fragments de Rudistes, intercalé dans ces poudingues.

Les galets sont, en général, bien roulés ; quelques-uns pourtant ont leurs angles seulement émoussés. Les dimensions varient depuis celle du poing jusqu'à plusieurs décimètres cubes. A ce point de vue, le dépôt peut se comparer avec ceux du delta pliocène du Var ; c'est, à mes yeux, un dépôt de delta torrentiel, ou plutôt un dépôt formé en face d'un delta de ce genre, dans la partie où les apports étaient déjà remaniés par les vagues. Il ressort, en effet, de l'étude générale du bassin, que le poudingue est localisé dans l'axe du bassin, c'est-à-dire suivant la ligne où toutes les couches atteignent leur épaisseur maximum, et que, de part et d'autre de cette ligne, on voit, à l'est comme à l'ouest, c'est-à-dire dans la direction des bords, reparaitre les calcaires à Hippurites (fig. 1, 2 et 3). Il ne peut donc s'agir d'une ligne côtière de galets, et la seule hypothèse possible devient alors celle d'un delta.

Après le déjeuner nous avons doublé en bateau la pointe de l'Aigle, et suivi d'aussi près que possible le rivage jusque en face de Cassis. L'énorme épaisseur des poudingues apparaît alors dans les falaises presque verticales, hautes de plus de deux cents mètres, atteignant même près du Sémaphore la cote 373. Toute cette hauteur est formée par les poudingues, sans aucune intercalation de bancs d'autre nature. Puis, à mesure qu'on avance vers l'ouest, la falaise, quoique toujours aussi abrupte, perd son caractère rocailleux par suite de la substitution des grès aux poudingues ; les bancs de grès, plus ou moins grossiers, plus ou moins calcarifères, se distinguent

par des nuances différentes; les calcaires à Hippurites, qui viennent s'intercaler en deux bancs bien apparents, tranchent par leur couleur plus claire, et l'on voit toutes ces couches se coincer les unes

Fig. 1.

Fig.1 Coupes schématiques des épaisseurs et faciès des étages turonien, cénomannen et aptien, dans le bassin du Beausset

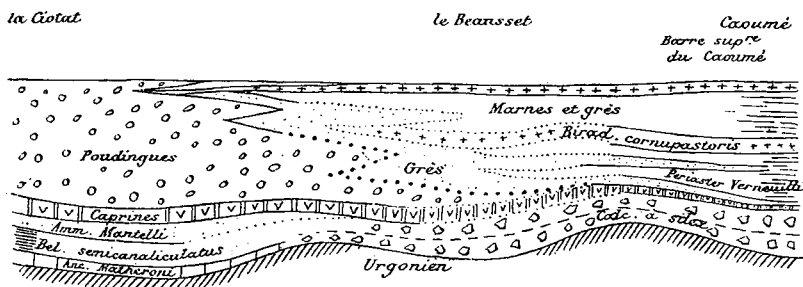


Fig. 2.

Fig. 2 Route de Caserne à Cuges Gendarmes le Beausset Ste Anne

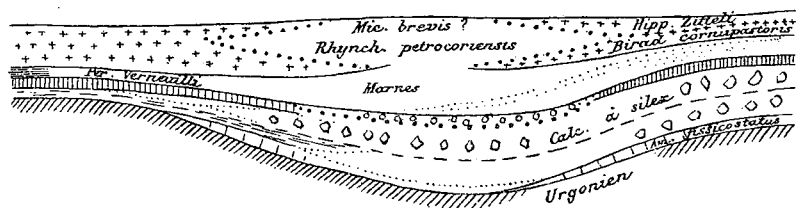
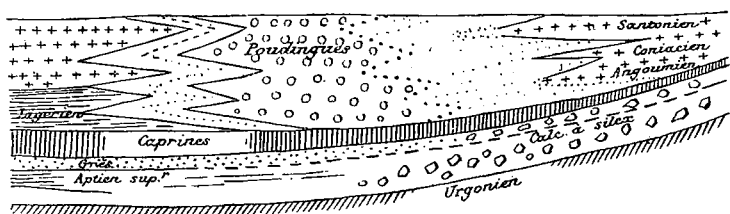


Fig. 3.

Fig.3 Cassis la Clotal Télégraphe de la Cadière



dans les autres. C'est le dessin le plus net et le plus complet qu'on puisse rêver du schéma théorique d'un passage latéral, réalisé sans interruption sur une falaise de 300 mètres de hauteur et de 6 kilo-

mètres de longueur. On émet le vœu qu'une photographie puisse en paraître dans le bulletin (1), et l'on vote de chaleureux remerciements à M. Zürcher qui a eu l'idée de cette belle promenade en mer.

Nous nous sommes ainsi avancés vers l'ouest jusqu'en face de Cassis, de manière à revenir en vue des collines que nous avons traversées le matin et à pouvoir embrasser d'un même coup-d'œil le raccordement complet des deux coupes. M. Fournier nous montre le dernier point où sur le rivage il a recueilli le *Periaster Verneuili*; nous pouvons ainsi nous convaincre que l'ensemble des poudingues équivalait non seulement aux calcaires angoumiens que nous avons vus s'y intercaler, mais aussi aux marnes ligériennes. Toute donnée manque pour savoir si la formation des poudingues a commencé plus tôt, et s'ils occupent aussi par exemple la place du Cénomaniens.

Nous reprenons alors notre route vers l'est, en nous dirigeant directement vers Bandol. Nous voyons de loin, à la Pointe-Grenier, la place de la faille qui limite au sud le bassin crétacé et met là le Sénonien en contact avec le Trias; nous apercevons plus loin la petite anse où Dieulafait a découvert l'*Avicula contorta*, et nous arrivons rapidement dans le joli petit port de Bandol, où les voitures nous attendent pour nous conduire au Beausset.

Pendant qu'on charge les bagages, nous allons visiter à l'extrémité du port la petite colline qui portait l'ancien château. Cette colline est formée de poudingues aquitaniens, dans lesquels ont pénétré des filons de basalte qui forment au sommet des épanouissements discontinus. Ces filons sont intéressants par leur disposition en chapelet; les grosses boules de basalte, en apparence séparées les unes des autres, pourraient presque au premier abord être prises pour des galets du conglomérat qu'elles traversent. Mais de plus, sur les bords de ces filons, on constate des pénétrations irrégulières de basalte fragmentaire dans le poudingue, et en les suivant, on arrive, à quelques décimètres des bords du filon, à trouver des morceaux anguleux de basalte, dont l'un avait plus de deux décimètres de long, mêlés sans ordre aux autres galets. La pénétration mécanique d'un fragment anguleux, non scoriacé, et complètement isolé, au milieu des autres galets du poudingue, est évidemment une impossibilité. D'un autre côté, il n'y a jamais, sauf dans ces points immédiatement voisins des filons, de galets de basalte dans le poudingue aquitaniens, pas plus auprès de Bandol qu'auprès de

(1) M. Vasseur, qui avait bien voulu se charger du soin d'essayer de prendre cette photographie, n'a pas eu le temps cet hiver de mettre son projet à exécution.

Marseille. On le voit, la question qui se pose là se rattacherait à celle que M. Michel Lévy a posée pour les pépérites d'Auvergne, et à celle que MM. Depéret et Collot ont récemment discutée à propos du basalte de Beaulieu. Est-il possible que la pénétration du basalte dans des assises déjà consolidées ait pour résultat, sur certains points de sa route, une fragmentation et une sorte de remaniement des assises traversées, de manière à mêler les morceaux de basalte aux morceaux plus ou moins recimentés des terrains voisins? En ces sortes de questions, un exemple quelconque pris isolément ne peut que sembler défavorable à cette théorie, complexe et un peu obscure, du remaniement sur place; aussi M. Renevier, et plusieurs de nos confrères avec lui, n'hésitent-ils pas à se prononcer pour la contemporanéité du basalte. Mais il faut avouer qu'alors l'étroite localisation de ces fragments de basalte au voisinage immédiat des filons, dans des dépôts qui sont évidemment des dépôts d'eau courante et agitée, est de son côté bien difficile à expliquer.

Sur la route du Beausset, qui aurait pu nous montrer une coupe régulière et assez complète de la série jurassique, l'heure assez avancée ne nous a permis de nous arrêter qu'en un point, c'est le point où cette série jurassique et le Trias qu'elle surmonte font place brusquement aux assises crétacées. Il existe là une faille manifeste; les calcaires marneux de l'Aptien sont en contact avec le Trias. Cette faille est celle que tout à l'heure nous avons aperçue du bateau à la Pointe Grenier; c'est celle qui, à partir d'Ollioules, limite au sud le bassin crétacé. J'ai expliqué, dans ma note sur le Beausset, comment le contour sinueux de cette faille permet déjà de préjuger son inclinaison de plus en plus faible sur l'horizon, et comment elle se rattache ainsi à la surface horizontale qui sépare auprès du Beausset le Crétacé du Trias superposé.

Le point où la faille traverse la route et où nous l'avons observée, correspond précisément à un de ces changements apparents de direction. L'affleurement en est facile à suivre, même à distance, à cause de l'aspect différent des terrains mis en contact; on constate qu'il est est-ouest d'un côté de la route, tandis que de l'autre il s'infléchit rapidement vers la direction nord-sud. De place en place, on voit des têtes de rochers blancs faire saillie entre l'Aptien et le Trias, et plonger sous ce dernier. C'est un de ces rochers, sur le bord du ruisseau, que nous avons spécialement examiné.

Je n'y avais jusqu'ici pas vu de fossiles; mais nos confrères n'ont pas été longs à y découvrir plusieurs coupes de Réquiénies. M. Vasseur en a d'ailleurs emporté des morceaux pour les soumettre

à l'examen microscopique qui, comme il nous l'expliquera, lui permet de reconnaître l'Urgonien du Jurassique supérieur. La conclusion de son examen a bien été celle qu'on pouvait prévoir d'après la présence des coupes de Réquiéniés : ces calcaires sont bien urgoniens.

On voit, sur le sentier qui monte à l'est, l'Aptien plonger sous ces calcaires urgoniens ; on ne voit pas moins nettement, sur la rive opposée, que les autres rochers urgoniens plongent sous le Trias. On est donc en présence d'une *faille inverse*, présentant le caractère commun à presque toutes les failles de la Provence, et d'une manière générale à presque toutes les failles des pays de montagnes, celui d'être parallèle à la surface des bancs qu'elle sépare. Ces bancs sont ici assez inclinés, mais quand, plus au nord, ils deviendront horizontaux, la faille elle-même deviendra horizontale. C'est ce que nous constaterons les jours suivants.

A mesure que, vers le nord, la faille se couche horizontalement, on voit aussi disparaître une partie des assises crétacées renversées qui en formaient la lèvre inférieure ; en d'autres termes, le mouvement de glissement de la nappe supérieure semble avoir écrasé en biseau les bancs sous-jacents. C'est ainsi qu'au point où nous sommes arrêtés, l'Aptien et le Cénomaniens, comme nous le constatons en suivant la route, ont un très grand développement, tandis qu'ils font défaut à Fontanieu et au Canadeau. Mais à la première de ces deux localités on trouve encore, comme nous le verrons, sous le Trias et au dessus du Sénonien renversé, deux lambeaux d'Urgonien, charriés loin de la masse du même étage le long de la surface de contact, et dont la présence, en tout cas très étonnante, se conçoit mieux quand on la rattache aux autres lambeaux qui jalonnent la faille plus au sud.

Il n'est pas inutile de rappeler que la faille dont il s'agit n'a rien de commun avec les dénivellations produites par la pesanteur ; c'est essentiellement un pli-faille, c'est-à-dire une surface de glissement résultant de la réunion des glissements élémentaires qui se produisent sur le flanc d'un pli. Les assises de Muschelkalk se répètent deux fois, avec Marnes irisées à la base : le Trias forme donc un pli anticlinal ; c'est ce pli qui, en s'allongeant et se déroulant horizontalement vers le nord, a amené les masses du Trias et le Jurassique au-dessus du Crétacé du Beausset, et la faille n'est qu'un des épisodes de sa formation.

Nous suivons quelque temps sur la route la série presque verticale des calcaires marneux, alternant avec des calcaires à silex, et représentant l'Aptien. A la partie supérieure, les calcaires devien-

ment plus durs, mieux lités et renferment alors, sur la surface de certains bancs, des fossiles siliceux, mis en saillie par l'altération atmosphérique, et assez difficiles à détacher : nous pouvons y reconnaître des *Terebrirostra* (*T. Bargesi*), des Turrilites, avec *Ostrea carinata*. La limite entre ces bancs cénomaniens et l'Aptien qui est au-dessous est difficile à tracer, et il n'est pas certain que le Gault ne soit pas représenté entre les deux. En tout cas, l'ensemble de ces formations que surmontent encore des calcaires compacts à *Cidaris Sorigneti*, représentant des calcaires à Caprines, atteint là une énorme épaisseur, qui contraste avec l'absence ou le développement rudimentaire des mêmes étages à l'est du bassin.

Nous reprendrons le surlendemain, à Sainte-Anne, la coupe du Crétacé au point où nous le quittons, c'est-à-dire à la base des sables turoniens. D'ailleurs il ne nous reste plus que le temps d'arriver avant la nuit au Beausset, où, grâce aux soins prévenants de M. le Maire, notre installation se fait avec rapidité.

M. TOUCAS rend compte de l'excursion du 29 Septembre.

Compte-rendu de l'Excursion du 29 Septembre, du Beausset au Castellet et à La Cadière.

Partie à pied du Beausset à sept heures du matin pour se rendre au Cimetière et de là aux Aires, situées au nord du village, la Société s'est trouvée immédiatement au milieu des couches à *Inoceramus digitalus*, qui constituent toute la plaine cultivée du bassin du Beausset au-dessous des collines du Castellet et de La Cadière. Formées par des marnes et des calcaires très marneux, ces couches représentent dans la région la partie inférieure de la zone à *Ammonites Texanus* qu'on retrouve partout au même niveau. Caractérisée par cette ammonite et par l'*Inoceramus digitalus*, cette assise renferme encore de petites Ammonites ferrugineuses, de superbes Pleurotomaires et autres Gastéropodes à test blanchâtre, *Spondylus spinosus*, *Panopæa rustica*, *Pecten Dujardini*, *Janira quadricostata*, *Ostrea pectinata*, *Cidaris clavigera*, *Cid. pseudo-pistillum*, *Cid. subvesiculosa*, *Micraster Matheroni*, une petite variété du *Micraster brevis*, *Pentacrinus carinatus*, *Bourguetiecrinus ellipticus*, auxquels sont associés une infinité de Spongiaires de toute taille. Il aurait été intéressant de voir dans cette excursion les relations de cette zone avec les couches inférieures, que l'on avait suivies la veille aux environs de Ceyreste et de La Ciotat. On

aurait pu ainsi reprendre la coupe au point où on l'avait laissée au-dessus des calcaires angoumiens à *Biradiolites cornupastoris* et *Hipp. petrocoriensis*; mais les couches à *Inoceramus digitatus* occupent une si grande étendue autour du Beausset qu'il n'a pas été possible, dans la même journée, d'aller visiter les zones inférieures à *Micraster brevis* et à *Rhynchonella petrocoriensis* qui séparent ces couches des calcaires angoumiens. Afin de suppléer à cette lacune et permettre à la Société de relier les couches à *Am. Texanus* avec les assises turoniennes, il a été rappelé que, grâce à la disposition concentrique des couches autour du Beausset, on apercevait du sommet des Aires toutes les assises santonniennes. Ainsi de ce point élevé on a pu voir les calcaires marneux à *Am. Texanus* et *Inoceramus digitatus* se relever vers le Nord, de façon à montrer d'abord les grès boisés à *Micraster brevis* et *Am. Emscheris*, puis les calcaires à *Rhynchonella petrocoriensis* du Santonien inférieur et enfin au-delà les calcaires gris angoumiens qui constituent le sommet des collines tout autour du bassin du Beausset.

Après avoir traversé les Aires, la Société est montée sur la barre du Castellet, en passant par la propriété Dalmas, gisement rendu célèbre par son riche dépôt de Rudistes. Là on a remarqué, au-dessous des calcaires à Hippurites, des bancs de grès, recouverts de ce côté par des éboulis ou par la végétation, mais se continuant au-dessous des barres du Castellet, de La Cadière jusqu'à St-Cyr, où on pourra les étudier plus en détail. Ces grès forment, au-dessus des calcaires marneux à *Inoceramus digitatus*, la partie supérieure de la zone à *Am. Texanus*; on y a trouvé *Am. Texanus*, de jeunes *Actinocamax*, probablement *Act. verus*, *Ostrea proboscidea*, *Ost. Cade-rensis*, *Rhynch. difformis*, *Terebratulina*, *Botriopygus Toucasi*, *Pyrina ovulum*, *Pyrina Toucasi*, *Nucleolites minimus*, *Salenia Bourgeoisii*, *Cidaris clavigera*, *Cid. pseudopistillum*, *Cid. subvesiculosa*, *Pentacrinus carinatus*, etc., et de nombreux Bryozoaires.

Cette assise se termine par un banc pétri d'*Ostrea vesicularis*, *Ost. proboscidea*, *Gervillia solenoides*, avec empreintes végétales; c'est immédiatement au dessus que commencent les bancs supérieurs à Hippurites connus sous le nom de zone à *Hippurites dilatatus*. La Société a examiné en détail cette zone qu'elle a parcourue depuis la propriété Dalmas jusqu'aux environs du Castellet, permettant ainsi à chacun de ses membres de recueillir lui-même une belle série de Rudistes, particulièrement : *Hippurites galloprovincialis*, *Hipp. Moulinsi*, *Hipp. Toucasi*, *Hipp. socialis*, *Hipp. canaliculatus*, *Hipp. dilatatus*, *Hipp. floridus*, *Radiolites Toucasi*, *Rad. excavata*,

Rad. squamosa, *Rad. angeiodes*, *Biradiolites acuticostata*, *Plagioptychus Toucasi*, *Plag. Aguilioni*, de nombreux Polypiers, et quelques autres espèces comme *Nerinea Requièni*, *Acteonella crassa*, *Act. Toucasi*, *Spondylus hippuritarum*, *Ostrea Tisnei*, *Ost. Caderensis*, *Ost. santonensis*, *Ost. Merceyi*, *Rhynchonella difformis*, etc.

Dans ce parcours sur le plateau qui sépare le Beausset du Castellet, on a pu voir que les bancs à Hippurites formaient trois dépôts distincts, séparés par des grès jaunâtres alternant avec des lits de marnes, généralement peu fossilifères, mais renfermant sur certains points une petite faune composée surtout de petites Huîtres, *Ost. Merceyi*, *Ost. Caderensis*, quelques Echinides, *Leiosoma meridanense*, *Pliostophyma Toucasi*, *Cyphosoma subnudum*, *Cyph. microtuberculatum*, *Cyph. corollare*, des Bryozoaires et des empreintes végétales.

La Société a pu ainsi se rendre compte exactement de la succession générale des assises sénoniennes, et vérifier par suite la place que les bancs à *Hippurites dilatatus* occupent entre le Santonien à *Ammonites Texanus* et le Sénonien supérieur à *Ostrea Matheroni* des environs du Castellet.

Voici d'ailleurs la coupe détaillée de ces couches, telle qu'elle a été déjà donnée dans le Bulletin :

1° Calcaires marneux et marnes à *Ammonites Texanus*, *Inoceramus digitatus* et nombreux Spongiaires;

2° Marnes sableuses et grès à *Ammonites Texanus*, *Ostrea proboscidea* et nombreux Bryozoaires. Ep. 50^m.

3° Grès plus durs avec *Ostrea vesicularis*, *Gervillia solenoïdes* et empreintes végétales. Ep. 10^m.

4° Calcaires marneux pétris de Rudistes : *Hipp. dilatatus*, *Hipp. galloprovincialis*, *Hipp. Toucasi*, *Hipp. socialis*, *Hipp. canaliculatus*, *Radiolites Toucasi*, *Rad. squamosa*, *Biradiolites acuticostata*, *Plagioptychus Toucasi*. Ep. 10^m.

5° Marnes et bancs de grès alternants peu fossilifères. Ep. 20^m.

6° Calcaires marneux, pétris de Rudistes et de Polypiers, comme 4°, et renfermant en outre *Ostrea Caderensis*, *Ost. Merceyi*, *Leiosoma meridanense*, *Pliostophyma Toucasi*, *Cyphosoma subnudum*, *Cyph. microtuberculatum*, *Cyph. corollare*, etc. Ep. 8^m.

7° Grès alternant avec des lits de marnes, avec *Ostrea Merceyi*, *Ost. Caderensis*, *Cyph. subnudum*, *Cidaris pseudopistillum*, et nombreux Bryozoaires et Cyclolites. Ep. 5^m.

8° Bancs de Rudistes et Polypiers, semblables à 4 et 6, moins épais et renfermant en plus *Lima ovata*, *Pholadomya elliptica*, *Monopleura Marticensis*, *Biradiolites fissicostatus*, etc. Ep. 2^m.

9° Grès jaunâtres, alternant avec des lits de marnes, avec *Tri-*

gonia echinata, petits Polypiers monastrés, *Platycyathus Terquemi*, et caractérisés par une flore spéciale : *Araucaria Toucasi*, *Magnolia telonensis*, *Lomatopteris superstes*, *Sequoia*, etc. Ep. 25^m.

10° Marnes grises et bleues à *Ostrea Matheroni*, *Rhynch. Eudesi* et *Goniopygus minor*. Ep. 6^m.

11° Calcaires très marneux à *Lima ovata*, *Rhynch. Eudesi* et *Cidaris cretosa*. Ep. 2^m.

12. Calcaires marneux à *Nerinea bisulcata*, *Radiolites sinuatus*, *Janira substriatocostata*, *Cidaris pleracantha*, nombreux Gastéropodes et Pélécyropodes de la faune de Royan. Ep. 3^m.

13° Calcaires compacts à *Hippurites cf. radiosus*. Ep. 1^m.

14° Marnes à *Ostrea acutirostris*. Ep. 2^m.

15° Calcaires marneux saumâtres avec *Cassiope Coquandi*, *Cass. Renauxi*, *Cardium Villeneuvi*, *Acteonella gigantea*, Corbules, etc. Ep. 10^m.

16° Calcaires lacustres avec *Cyrena globosa*, *Melanopsis galloprovincialis*, *Neritina Brongniarti*, *Melania lyra*. Ep. 20^m.

17° Calcaires également lacustres à petites Cyrènes striées, *Cyrena concinna* (= *galloprovincialis*), *Cyrena gardanensis*, avec dépôt de lignites.

Les assises 10, 11 et 12 du Sénonien supérieur s'étendent surtout dans les propriétés Allemand, Barthélémy et Ollivier, aux environs du Castellet. C'est là un des gisements fossilifères les plus riches qui a permis d'ailleurs à la Société de recueillir une belle série de fossiles de cette zone et particulièrement : *Nerinea bisulcata*, *Pholadomya elliptica*, *Lima ovata*, *Lima decussata*, *Toucasia Toucasi*, *Radiolites sinuata*, *Rad. Coquandi*, *Birad. fissicostatus*, *Janira substriatocostata*, *Ostrea Caderensis*, *Ost. semiplana*, *Rhynch. Eudesi*, *Tereb. Nanclasi*, *Salenia scutigera*, etc.

Ces calcaires marneux, bien distincts des dépôts à *Hippurites dilatatus* qu'ils recouvrent, se terminent par un banc de calcaires assez durs, caractérisés par de très grands Hippurites, du groupe de l'*Hipp. radiosus* par la forme de l'arête cardinale et des piliers. Ce banc, que l'on reverra également au Moutin près de La Cadière, semble être la limite du Sénonien supérieur dans le bassin du Beausset.

Après avoir cherché un moment dans les couches du Sénonien supérieur du Castellet, la Société s'est dirigée à l'Est sur le point le plus élevé du plateau, traversant ainsi d'abord les marnes à *Ostrea acutirostris*, puis les couches saumâtres à *Cassiope Coquandi*, *Cas. Renauxi*, *Cardium Villeneuvi*, et enfin les calcaires lacustres du sommet qui comprennent à la base les calcaires marneux valdo-

niens à *Cyrena globosa*, *Melanopsis galloprovincialis*, et à la partie supérieure les calcaires fuvéliens à petites Cyrènes striées, *Cyrena concinna*, *Cyr. gardanense*.

Au sommet du plateau, on a constaté la présence d'un lambeau triasique, enveloppé de tous côtés par les couches lacustres sur lesquelles il paraît être bien superposé.

Revenant ensuite sur ses pas, la Société a traversé de nouveau tout le plateau lacustre, où elle a pu recueillir de belles plaquettes de coquilles blanchâtres du Fuvélien. En descendant vers le Castellet, on a remarqué un second lambeau de Trias et d'Infralias au milieu du Sénonien supérieur et on s'est trouvé en présence de la grande faille qui a relevé le piton à Hippurites sur lequel est bâti le village. De là on s'est rendu à La Cadière par le chemin de Châteauvieux, qui descend directement au Moulin de la Roche, en suivant les bancs à *Hippurites dilatatus* du Castellet qui s'infléchissent jusqu'au bas du ravin, où une petite faille livre passage au ruisseau du Grand Vallat.

Dans ce trajet, les riches gisements de la propriété Pellegrin et du Moulin de la Roche ont permis de recueillir de nouveau de beaux échantillons de Rudistes et de Polypiers. Après un court arrêt dans ces gisements, la Société est montée à La Cadière en longeant toujours les bancs à *Hippurites dilatatus* qui se relèvent fortement pour aller former sur la hauteur de La Cadière une barre analogue à celle qu'on avait vue sur le plateau qui sépare Le Beausset du Castellet. A 11 h. et demie, le programme de la matinée était terminé et nous étions rendus à La Cadière où nous avons trouvé un excellent déjeuner servi sur une terrasse admirablement bien située.

Vers 1 h. et demie, la Société a continué à suivre la couche à Hippurites jusqu'à sa terminaison vers St-Cyr, après s'être arrêtée cependant un instant sur l'emplacement de l'ancien cimetière de La Cadière. On a recueilli là, dans les bancs supérieurs à *Hipp. dilatatus*, de nombreuses espèces qu'on n'avait pas encore rencontrées dans cette zone, comme *Lima ovata*, *Radiolites Coquandi*, *Biradiolites fissicostatus major*, *Monopleura Marticensis*, et quelques Gastéropodes des couches supérieures, qui prouvent que l'on se trouvait dans une zone de passage entre les bancs à *Hipp. dilatatus* et les marnes à *Ostrea Matheroni*.

Arrivé à l'extrémité des bancs à *Hipp. dilatatus* de La Cadière, on a retrouvé, au-dessous du banc le plus inférieur, les grès jaunâtres à *Ammonites Texanus* et *Ostrea proboscidea* du Santonien supérieur. Ces grès occupent une grande étendue à l'Est de St-Cyr au-dessous de la barre de La Cadière; ils s'étendent également au

Sud sur le bord de la mer, vers les ruines de Taurentum et même au-delà de la Madrague, où ils viennent buter contre les calcaires à *Terebratula vulgaris* du Muschelkalk.

La Société est ensuite revenue vers La Cadière, en suivant dans le vallon de St-Côme les grès supérieurs aux bancs à *Hipp. dilatatus*. On a pu voir que cette nouvelle assise de grès, caractérisée près du Beausset par la flore citée dans l'assise n° 9 de la coupe précédente, présentait ici une très grande épaisseur, et qu'elle supportait à l'Est, au Moutin, toutes les assises du Sénonien supérieur, qu'on avait rencontrées dans la matinée aux environs du Castellet. Ce gisement a été pendant longtemps un des points les plus riches de la région ; malheureusement il se trouve aujourd'hui envahi par les joncs et paraît être même abandonné sans culture. Malgré cela on a pu encore y reconnaître les différentes zones : les marnes bleues à *Ostrea Matheroni*, les marnes et calcaires marneux à *Lima ovata* et *Udaris cretosa*, les calcaires marneux à *Nerinea bisulcata*, le banc à gros Hippurites du groupe de l'*Hipp. radiosus*, les marnes à *Ostrea acutirostris*, les couches saumâtres à *Cassiope Coquandi*, *Cardium Villeneuvei*, etc., les calcaires valdoniens à *Melanopsis galloprovincialis*, et enfin les calcaires fuvéliens à *Cyrena concinna*.

M. BERTRAND donne ensuite quelques détails sur la course du lendemain, qui, après l'étude de la série normale faite le premier jour, doit montrer, au pied des sommets triasiques du Beausset, les différents termes de cette série réduits d'épaisseur, et dans un ordre inverse de superposition.

Séance du 1^{er} Octobre 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DEPÉRET.

M. BERTRAND rend compte des excursions du 29 et du 30 septembre.

Compte-rendu de l'Excursion au Val d'Aren, au Canadeau et au Vieux Beausset,

par M. M. Bertrand.

Partis, à 6 heures 1/2 du matin, du Beausset avec les voitures, nous sommes descendus au hameau de Sainte-Anne, d'où nous

sommes allés d'abord le long de la route examiner la partie inférieure de la série crétacée, à partir du Cénomaniens. Ce dernier se présente, comme on l'avait vu sur la route de Bandol, sous la forme de calcaires bleuâtres, siliceux, très durs, avec silex qui deviennent plus nombreux dans les bancs inférieurs. J'y ai trouvé autrefois, dans la tranchée même de la route, une Ammonite indéterminable. Au-dessus du Cénomaniens, qui dessine là une petite cuvette secondaire, séparée des affleurements plus récents par une dépression cultivée, on trouve des sables sans fossiles, formés d'une agglutination de grains de quartz, inégalement roulés, et atteignant parfois la grosseur d'une noix, sans aucun mélange d'éléments étrangers. Ces sables, toujours très blancs et exploités pour verrerie, ont là une puissance de 70 mètres environ, et forment à l'ouest, tout le long du Val d'Aren, de magnifiques escarpements où les érosions atmosphériques ont creusé à toute hauteur des grandes cavités arrondies, d'un effet très curieux.

Ces grès sont sans aucun doute un dépôt de plage, dont les éléments ont été empruntés au massif cristallin des Maures ; on les suit à l'ouest jusqu'à la route de Bandol, toujours intercalés entre des calcaires cristallins à *Cidaris Sorigneti* et Terebrirostres (Cénomaniens supérieur), et des calcaires à Hippurites angoumoisins. Du côté de l'est, on peut suivre quelque temps, dans le vallon de Cimaï, une coupe semblable ; mais il y a réduction progressive dans l'épaisseur des sables, et ils se ramifient en deux bancs distincts, qui se prolongent jusque au-delà du Revest au Nord de Toulon, l'un au sommet même du Cénomaniens, en contact avec les bancs à Caprines, l'autre au milieu des marnes fossilifères du Ligérien. L'âge de ces sables est donc bien déterminé comme Turonien inférieur ; ils indiquent que la mer turonienne ne s'est guère avancée plus loin vers le sud. Il est intéressant de les rapprocher de la masse si voisine des poudingues de la Ciotat ; la continuité dans les affleurements est malheureusement interrompue par la faille de Taurentum et par la mer ; mais il semble bien probable que, tandis que les uns représentent un dépôt de plage, les autres représentent l'apport d'un delta torrentiel qui venait du sud ou du sud-ouest, déboucher dans le bassin du Beausset. Dans l'axe du bassin, c'est-à-dire suivant la ligne : la Ciotat, le Beausset, Caoumé, l'approfondissement était plus rapide et la sédimentation plus active que sur les bords ; de là l'épaisseur exceptionnelle du Turonien, que nous avons constatée à la Ciotat et que nous retrouverons au Caoumé. Il est vraisemblable qu'on la retrouverait aussi, avec une composition analogue de

l'étage, dans les points intermédiaires, c'est-à-dire sous le Beausset (v. les figures 1, 2 et 3).

Nous avons pris ensuite le chemin charretier de Font-Vive, qui nous a montré les calcaires à Hippurites superposés aux grès; le passage est insensible, et se fait même par alternances; les premiers bancs calcaires contiennent de nombreux grains de quartz et les sables supérieurs contiennent parfois des fragments d'Hippurites, évidemment arrachés aux bancs voisins. La disposition lenticulaire des bancs d'Hippurites fait alors comprendre comment en certains points, où il n'y a pas d'alternances visibles, on peut trouver dans les grès des Rudistes remaniés, qui semblent arrachés à des couches plus récentes. La même route montre, après le premier lacet, une intercalation intéressante d'un petit banc marneux et noduleux dans les calcaires à Hippurites. Ce banc contient, avec de petites Huitres indéterminables, de nombreuses baguettes de *Cidaris pseudosceptrifera*, et M. Zürcher y a recueilli une baguette de *Cidaris clavigera*. Il y aurait là un indice pour remonter un peu l'âge de ces calcaires à Hippurites. Nous n'avons pas eu le temps d'aller visiter une carrière, située un peu plus à l'Ouest, où de nombreuses coupes de Rudistes empâtés auraient peut-être permis à M. Toucas de formuler un avis intéressant sur la question; nous avons dû nous contenter d'examiner la faune d'un banc de calcaire marneux, qui forme la partie supérieure de la barre, et où de nombreuses Hippurites, toutes dégagées, ont été mises au jour dans le fossé du chemin. M. Toucas a déterminé une de ces Hippurites comme *Hippurites Zitteli* typique; une autre, semblant voisine de *H. giganteus*, montrait une arête cardinale très allongée, avec un premier pilier pincé à la base et un second pilier moins pincé. Il en résulte que la faune du *banc supérieur* de la barre hippuritique serait de la base du Santonien; ou la conclusion s'étend à toute la barre, ou la limite d'étage est à mettre à une hauteur indéterminée dans l'épaisseur même de la barre (1).

Les calcaires à Hippurites sont surmontés par une grande épaisseur de calcaires marneux et gréseux (épaisseur bien moindre pourtant qu'auprès du Beausset, c'est-à-dire que dans l'axe du bassin), où M. Toucas a retrouvé les deux zones à *Micraster brevis* (ou à *Ammonites Emscheri*) et à *Inoceramus digitatus* (ou à *Am. texanus*) (2).

(1) M. Zürcher m'a dit que M. Gabriel aurait trouvé *Biradiolites cornupastoris* dans la prolongation de cette même barre, du côté de la route de Bandol. Ce serait, en ce cas, la seconde hypothèse qu'il faudrait adopter.

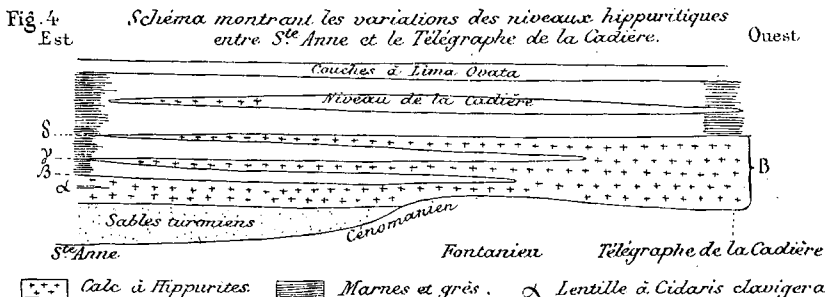
(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIV, p. 521. La coupe de M. Toucas est prise sous le Canadeau, c'est-à-dire à l'Ouest du point visité par la Société.

Le long du chemin les affleurements sont rares, mal découverts et à peu près sans fossiles ; nous nous sommes donc rendus sans nous arrêter jusqu'au col, où nous avons constaté l'intercalation d'un nouveau banc de calcaires à Hippurites. C'est un banc peu épais de calcaire dur bleuâtre, qui n'a pas les caractères d'un banc *construit*, et où les Hippurites semblent avoir vécu sporadiquement. M. Toucas, sur les sections visibles, n'a pu déterminer qu'une Hippurite, comme du *groupe de H. Toucasi*. Dans les bancs marneux où ce banc est intercalé, la Société a recueilli plusieurs exemplaires bien nets de *Micraster brevis*.

Il importe de remarquer que ce banc ne représente pas, au Val d'Aren, la première intercalation, ou, si l'on veut, l'intercalation la plus basse des calcaires à Hippurites dans le Santonien. Sans parler du niveau, déjà santonien, que nous avons constaté au sommet de la barre dite angoumienne, il existe, à plus de 50 mètres au-dessous du point où nous nous trouvons, une autre intercalation plus importante ; c'est elle qui, prolongée un peu à l'ouest, donne naissance au gisement très riche, souvent visité et désigné sous le nom de gisement du Val d'Aren dans plusieurs collections, notamment dans celle de M. Zürcher. Ces deux niveaux d'Hippurites ne sont même probablement pas les seuls qui existent dans le Santonien ; il est difficile en effet de faire nulle part, en s'élevant directement sur les pentes, une coupe continue et complète, et par conséquent il n'est guère possible de raccorder avec certitude les bancs rencontrés dans deux coupes voisines. En tout cas, les faits certains, qu'il importe de noter, sont les suivants : 1^o on trouve dans le Santonien plusieurs bancs de calcaires à Hippurites *qui n'existent pas au Nord* ; 2^o le Santonien se réduit progressivement d'épaisseur du côté de l'Ouest, au dessus de Fontanieu, où l'on voit les affleurements des deux principales barres d'Hippurites (la barre angoumienne et la barre équivalente à celle de La Cadière), se rapprocher de plus en plus et presque se rejoindre au moment où elles disparaissent toutes deux au contact du Trias. Il me semble donc très probable que nous sommes, au Val d'Aren, sur le bord extrême, inégalement ramifié, d'un massif d'Hippurites qui, plus au Sud-Ouest (direction probable du rivage), se serait continué pendant une grande partie au moins du Santonien, en se soudant sans discontinuité au massif angoumien (croquis, fig. 4). On a vu aux Martignes une composition du Santonien semblable à celle qui résulte de cette hypothèse ; elle est analogue à Allauch, et c'est aussi le cas dans le massif de la S^{te} Beaumé. Il ne faudra donc pas s'étonner si, dans les courses suivantes, nous trouvons dans la direc-

tion indiquée, au télégraphe de La Cadière, des Hippurites santonniennes dans des bancs que je considère comme la continuation bien prouvée du massif inférieur. Quand j'ai fait la carte, on ne savait pas, comme commencent seulement à nous l'apprendre les travaux de M. Douvillé, faire servir les Hippurites à la détermination précise d'un

Fig. 4.



β Calc à Hipp. Zitteli (couacien). — γ Niveau du Val d'Are. — δ Niveau intercalé dans les Marnes à *Micraster brevis*. — B Barre hippuritique, comprenant le Turonien, le Coniacien et le Santonien inf.

niveau. Quand en un point cette détermination s'est trouvée en désaccord avec ce que j'avais annoncé, je n'ai pu qu'opposer l'affirmation stratigraphique, dont j'étais certain, à l'affirmation paléontologique, dont mes contradicteurs n'étaient pas moins certains. Je n'ai pas aperçu sur le champ le moyen de les mettre d'accord; les remarques que je viens de développer, et que je me suis cru le droit d'intercaler dans ce compte-rendu, quoique je ne les aie pas exposées sur place à mes confrères, ont pour but de préparer une explication sur laquelle j'aurai à revenir.

La Société, quittant au col le chemin charretier, s'est élevée par un petit sentier vers la propriété Olivo. Au-dessus des derniers champs cultivés, à la lisière du bois, nous coupons un nouveau banc de calcaire à Hippurites. Les Rudistes abondent, tout dégagés. Il n'y a ici ni doute ni discussion; ce sont toutes les espèces de la Cadière. C'est le niveau que M. Toucas considère comme campanien, qui, sur la carte géologique, est figuré comme Santonien supérieur, et qui, pour M. de Grossouvre, ne serait même que du Santonien moyen. C'est en tout cas, indépendamment du nom d'étage, un niveau bien certain, qui nous permet de raccorder notre coupe avec celle de la veille.

Il est bon encore d'observer que ce banc d'Hippurites, que nous allons d'ailleurs retrouver sans modification au petit Canadeau et à Fontanien, partout également semblable, quoique moins épais, à

celui du Castellet et de la Cadière, semble ne plus exister dans l'intervalle qui les sépare. Sur les autres versants des collines du Vieux-Beausset, on n'en retrouve plus trace. Il faudrait imaginer un contour bizarre et compliqué pour supposer une communication souterraine par les points où affleurent des terrains plus récents ; c'étaient évidemment deux masses lenticulaires, formées indépendamment l'une de l'autre, quoique au même moment. Le schéma de la figure 2, s'il était étendu aux couches sénoniennes, montrerait au niveau de la Cadière deux lentilles séparées, au lieu de la lentille unique de la figure 4.

Nous reprenons l'ascension, et nous traversons, sans voir d'affleurements, les grès à plantes et les couches à *Lima ovata*. Chemin faisant, je fais remarquer à la Société la masse considérable de gros blocs triasiques qui parsèment la pente et sont descendus des sommets vers lesquels nous marchons. Il est difficile, avec la pente actuelle du sol, d'attribuer leur position actuelle à des éboulements récents ; comme pour les blocs des grès de Fontainebleau, il semble qu'une descente lente de ces blocs suivant la verticale, au fur et à mesure de l'érosion des bancs plus tendres sous-jacents, puisse seule fournir une explication satisfaisante. On peut presque affirmer à priori, et avant toute observation géologique, que si les bancs durs du sommet étaient amenés en saillie par une faille verticale ou par un pli droit, il n'y aurait pas, si bas sur la pente, une telle accumulation de blocs étalés (1). La présence de ces blocs permet donc de prévoir, au moins comme induction provisoire, la superposition du Trias au Crétacé. Ces phénomènes de *descente sur place* sont plus marqués et plus importants quand les assises sous-jacentes sont des sables ; nous les verrons ainsi particulièrement frappants dans le bassin de Salernes ; c'est là que j'ai d'abord fait cette remarque et j'en ai depuis toujours vérifié la généralité.

M. Ficheur appuie l'observation précédente ; il dit qu'en effet, en Algérie, où les calcaires compacts du Lias font souvent saillie au milieu des marnes crétacées ou tertiaires, avec racine évidente en profondeur, on ne voit pas, sur les pentes voisines, de ces grandes accumulations de blocs éboulés.

Mais la Société n'est pas venue jusque-là pour se contenter de cette preuve indirecte, et nous abordons l'étude des bancs supérieurs

(1) Il faut pourtant mettre à part le cas d'un éboulement en grande masse, qui permet l'*écoulement* sur une pente relativement faible, et permet même au courant des blocs, comme l'a montré M. Heim, de remonter les pentes.

à la propriété Olivo. Nous y observons les couches à Turritelles, très développées, et au-dessus d'elles nous trouvons le sol jonché d'*Ostrea acutirostris*. A la grille de la propriété, là où est captée la source du Beausset, on voit l'Infralias former un gros rocher qui interrompt brusquement les affleurements crétacés. Ce rocher se poursuit à l'Est par une petite falaise, au bas de laquelle on trouve des calcaires à Hippurites, et plus haut l'*Avicula contorta*. C'est la coupe que j'ai donnée en la désignant comme « coupe de Font vive » (1); c'est celle que nous devons voir plus complète et étudier en détail au Canadeau; nous ne nous y arrêtons donc pas longtemps. Nous remarquons seulement que les caractères lithologiques des bancs d'Infralias (gros bancs dolomitiques surmontés par des calcaires en plaquettes et des marnes vertes) permettent d'affirmer que cet Infralias est renversé. On peut d'ailleurs, un peu plus au Nord, le voir plonger sous les Marnes irisées, et un puits creusé dans le Muschelkalk a pénétré dans ces marnes jusqu'au gypse. Au point où nous l'observons, l'Infralias a, au contraire, une pente inverse vers le Sud; mais cette pente est tout à fait locale et on semble disposé à l'expliquer par un simple glissement sur le bord de la vallée (2).

De la propriété Olivo jusqu'au Petit Canadeau, le sentier suit à peu près une ligne de niveau; il permet, dans les deux dépressions qu'il traverse, d'observer les Marnes irisées, et se tient le reste du temps sur les éboulis d'Infralias, en montrant seulement quelques gros bancs dolomitiques en place, et près du Canadeau, les couches à *Avicula contorta*. Mais, tout le long de ce sentier, la vue du coteau qu'il cotoie est particulièrement instructive. Au-dessus des gros bancs infraliasiques qu'on rencontre sous ses pieds, on suit de l'œil la ligne horizontale des Marnes irisées, marquée par la teinte rougeâtre des champs et continuant les affleurements qu'on vient de traverser. Au-dessus de cette ligne, le sommet du coteau est formé par un chapeau de calcaires compacts, qui appartiennent au Muschelkalk.

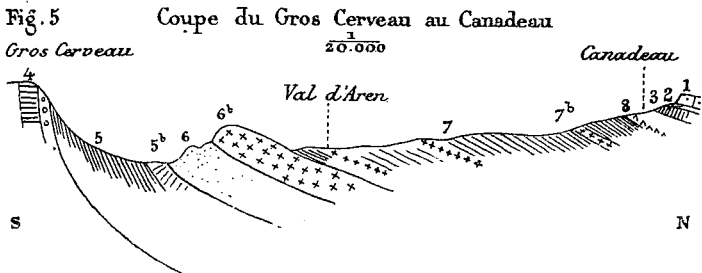
Au Petit Canadeau, nous nous arrêtons un instant pour nous rafraîchir; nous en profitons pour résumer dans un coup d'œil d'ensemble la structure simple du vallon que nous venons de longer et bien fixer le point de départ des nouvelles constatations qui nous restent à faire. Nous avons derrière nous le massif triasique; à nos pieds est le Val d'Aren, profondément creusé à la limite des calcaires à Hippurites inférieurs et des marnes sénoniennes, et de l'autre côté

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XV, p. 681.

(2) Voir plus loin la note où je développe une opinion différente.

d'un second ravin plus profond dans les sables de Sainte-Anne, nous voyons se dresser, avec sa grande paroi presque verticale, la masse blanche du Gros Cerveau. Le Gros Cerveau est formé de calcaires urgoniens à peu près verticaux, plaqués de calcaires blancs à silex et de calcaires marneux (Aptien inférieur); puis vient la grande masse des marnes grises et des calcaires bleus à silex (Aptien supérieur, Gault? et Cénomaniens); le pendage se réduit progressivement; les grès turoniens et les calcaires à Hippurites sont encore assez fortement inclinés vers nous; mais le Sénonien qui forme à

Fig. 5.



- 1 Muschelkalk. — 2 Marnes irisées. — 3 Infralias. — 4 Urganien (et calc. à silex)
 5. Marnes et calc. à silex (Aptien et Cénomaniens). — 5^b Calcaires compacts, (Niveaux des Caprines). — 6 Sables turoniens. — 6^b Barre inf.^e à Hippurites. —
 7 Marnes santoniennes. — 7^b Barre supérieure (Niveau de la Cadière). —
 8 Couches à Turritelles.

nos pieds tout le talus du coteau est à peu près horizontal. C'est ce que montre la coupe (fig. 5), où j'ai figuré la succession normale des couches crétacées, la succession inversée des bancs infraliasiques et triasiques, et où j'ai laissé en blanc le petit intervalle qui les sépare. C'est cet intervalle que nous allons maintenant examiner.

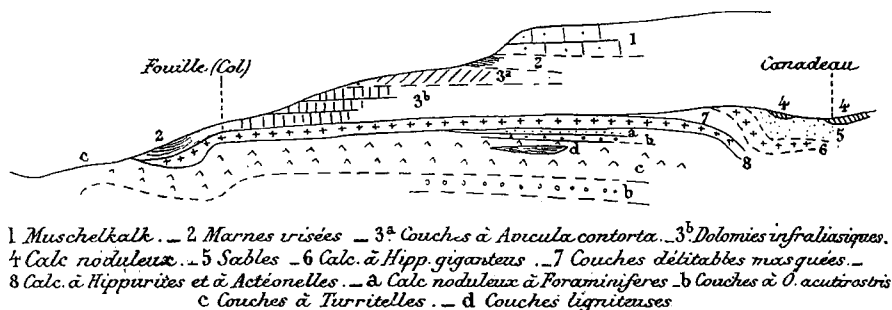
Nous commençons par descendre de quelques mètres pour nous convaincre que la série crétacée normale est bien toujours à nos pieds dans le même ordre qu'à la propriété Olivo. Nous retrouvons les Hippurites de la Cadière, toutes dégagées dans un banc marneux qu'on a défoncé pour des travaux de soutènement; les couches à *Lima ovata* sont masquées par les cultures; mais un peu plus haut nous retrouvons l'*Ostrea acutirostris*, puis les couches à Turritelles, affleurant juste au-dessous du chemin du Beausset, et semblant atteindre un développement exceptionnel. Je rappelle qu'au milieu de ces couches un petit banc ligniteux, qui à Fontanieu se retrouve à la base de la série lacustre (valdonienne), a été mis au jour à l'époque où l'on a planté les vignes américaines. C'est le centre du

pli horizontal qui peut seul, selon moi, expliquer l'allure des couches crétacées.

Au-dessus des couches à Turritelles, le chemin du Beausset nous montre des calcaires à Hippurites et une série nouvelle que nous

Fig. 6.

Coupe du chemin du Canadeau au Beausset, avec vue des collines qui le bordent à l'Ouest



- 1 Muschelkalk. — 2 Marnes irisées. — 3^a Couches à *Avicula contorta*. — 3^b Dolomies infraalpiennes.
 4 Calc. noduleux. — 5 Sables. — 6 Calc. à *Hipp. gigantes*. — 7 Couches délitables masquées. —
 8 Calc. à Hippurites et à Actéonelles. — a Calc. noduleux à Foraminifères. — b Couches à *O. acutirostris*.
 c Couches à Turritelles. — d Couches ligniteuses

allons reprendre à la maison même du Petit Canadeau (fig. 6).

Ce sont d'abord des sables blancs quartzeux, que tout le monde reconnaît comme identiques à ceux du Val Aren (5 à 6^m) ; au-dessus de ces sables, deux petites poches sont remplies par des calcaires noduleux, absolument écrasés et spathisés, sans fossiles, qui ne permettent pas de détermination d'âge, mais qui sont intéressants par le « dynamométamorphisme » dont ils témoignent.

Les sables se relèvent brusquement presque jusqu'à la verticale, et au-dessous d'eux apparaissent des calcaires à Hippurites très compacts, rappelant l'aspect de la barre inférieure de Sainte-Anne. M. Toucas constate en effet l'existence de l'*Hippurites gigantes*, et considère l'assimilation avec le niveau angoumien comme incontestable. Les calcaires à Hippurites reprennent bientôt une inclinaison voisine de l'horizontale, et M. Toucas peut alors constater, par la disposition des piliers, que les Hippurites sont *renversées*, la valve plate en bas, c'est-à-dire dans la position inverse de celle où elles ont vécu (1).

Sous les calcaires à Hippurites vient un petit espace, qui est masqué et correspond à des couches plus délitables ; puis un nouveau banc, moins épais et plus grumeleux, de calcaires à Hippurites, montrant une belle section d'Actéonelle. M. Peron et M. Toucas déclarent ne connaître d'Actéonelles dans le bassin que dans la

(1) Cette constatation est rarement possible, car la plupart des Hippurites sont couchées dans le sens de la stratification.

barre supérieure, au niveau de la Cadière; c'est ce que semble indiquer aussi la structure gruméleuse du banc, et ce qu'admettent tous les membres présents.

Plus loin, en continuant à suivre le chemin, viennent, sur un mètre à peine, des calcaires noduleux, reproduisant l'aspect des bancs à *Lima ovata*. On y trouve les Foraminifères constatés la veille à ce niveau. Enfin, un banc mince de calcaires marneux à *Ostrea acutirostris* sépare cette dernière assise des couches à Turritelles qu'on a reconnues précédemment au-dessous du chemin, et que la pente des bancs ne tarde pas à faire remonter. Toute la série turonienne et sénonienne est donc là représentée; elle est renversée et l'épaisseur en est réduite de 300 mètres (au moins) à 30 mètres à peine. Les faits sont incontestables et l'évidence en a été admise par tous les membres présents.

Les dolomies infraliasiques qui sont à droite du chemin tranchent toute cette série suivant une ligne oblique. Elles sont en contact près de la maison avec les sables turoniens, et au col avec les couches à Hippurites supérieures.

Il restait encore, pour remplir le programme de la matinée, à aller vérifier de près le renversement du Trias. Mais auparavant on s'est arrêté un instant, près du col, à un endroit où M. Vasseur a fait faire cet hiver une petite fouille, pour étudier la position relative du Crétacé et du Trias à leur contact. M. Vasseur explique à la Société que, si l'on descend le chemin de l'autre côté du col, on trouve, à un niveau de plusieurs mètres au-dessous des derniers calcaires à Hippurites, les Marnes irisées les plus typiques; ces Marnes irisées lui avaient semblé d'abord devoir certainement passer sous les Hippurites, et être ainsi dans une position contradictoire avec l'hypothèse d'un recouvrement. Il a fait alors creuser une fouille à la limite approximative des deux formations, et il a constaté que le calcaire à Hippurites plonge brusquement, avec une pente presque verticale, c'est-à-dire qu'il prend l'allure nécessaire pour aller passer, en effet, sous les Marnes irisées du chemin.

La constatation faite par M. Vasseur est d'un haut intérêt. Je m'étais, je l'avoue, peu inquiété de cette différence de niveau, que j'attribuais simplement à une petite faille de tassement. Mais cette plongée, symétrique de celle que nous avons constatée au Petit Canadeau, suggère une autre explication: la nappe de recouvrement serait en réalité plissée, et évidemment, d'après la forme symétrique du pli, plissée *postérieurement* à sa formation. Je montrerai dans une note spéciale que ce pli peut se suivre assez loin,

et qu'il permet de rattacher à un phénomène unique toute une série de particularités encore restées sans explication.

La constatation du renversement du Trias a été faite sans difficulté : on monte du col vers l'Ouest sur les dolomies infraliasiques ; on traverse un petit méplat, anciennement cultivé, où la lumachelle rhétienne et les plaquettes à *Avicula contorta* abondent dans les champs et dans les murs, puis on arrive au pied du dernier escarpement formé par les calcaires enfumés du Muschelkalk, associés à des dolomies sombres, sans fossiles en ce point (1), mais reconnaissables sans ambiguïté dans toute la région à leurs caractères minéralogiques. Ces calcaires reposent horizontalement, suivant une surface de contact bien découverte, sur les Marnes irisées, froissées et amincies. Ces Marnes irisées sont la continuation ininterrompue de celles que nous avons traversées près de Fontive et longées au-dessus du chemin du Canadeau.

Nous sommes redescendus sur le versant sud, de manière à nous trouver un moment à l'intérieur de l'îlot triasique ; nous y avons constaté la présence des couches à Turritelles et des calcaires à Hippurites, toujours renversés, et se reliant ainsi avec évidence, par dessous le Trias, aux affleurements semblables du Petit Canadeau.

J'ai développé, dans ma note sur le Beausset, les conséquences de ces faits ; je me contente dans ce compte-rendu de constater qu'ils ont été, après un examen attentif, vérifiés et acceptés sans réserves par l'unanimité des membres présents.

Après le déjeuner, la seconde partie de la journée devait être consacrée à l'examen de l'îlot triasique lui-même et des enclaves crétacées qui s'y trouvent, notamment au Rouve. La première de ces enclaves a été traversée sur le sentier qui mène à l'ancienne propriété de la Mame. On y voit les couches à Turritelles, à *O. acutirostris* et les calcaires à Hippurites, toujours en ordre inverse de stratification, présenter une forte inclinaison vers le S. E. Cet ensemble plonge sous l'Infralias, sous les Marnes irisées étirées et sous le Muschelkalk, tandis qu'au nord les couches triasiques reparaissent à un niveau plus bas. Je traiterai à part la structure de ce point singulier.

A la Mame, gisement cité par d'Orbigny pour sa richesse, le Muschelkalk, dont les couches marneuses ne sont plus ramenées au jour par les cultures, ne fournit plus en abondance que des *Terebratula vulgaris*, des *Lima striata* et des *Gervillia socialis*, en état

(1) M. Vasseur y a pourtant trouvé quelques traces de Bivalves indéterminables. Le même calcaire est très fossilifère sur les sommets voisins.

médiocre de conservation. On y a trouvé aussi quelques fragments de *Ceratites nodosus*. C'était assez en tout cas pour ne laisser aucun doute sur l'âge des couches et sur l'existence, dans la région, du Muschelkalk fossilifère. Nous sommes alors descendus par un sentier étroit et pierreux vers le fond du ravin de Gavari, et en remontant légèrement sur sa rive droite, nous nous sommes dirigés vers le vallon du Rouve. Dans ce trajet, nous sommes restés constamment sur les calcaires du Muschelkalk, et j'ai pu, chemin faisant, montrer aux membres qui m'accompagnaient, le point où M. Toucas a, dans son Mémoire sur le Beausset, signalé, d'après les observations de son père, l'existence du Grès bigarré avec empreinte de *Voltzia*. Dans le ravin, très envahi aujourd'hui par la végétation, je n'ai jamais trouvé que des cargneules, un peu rougeâtres. J'ai de plus suivi les Marnes irisées sur tout le bord du petit massif de la Mame, avec les mêmes relations de position que nous avons vérifiées autour du sommet du Canadeau. Je crois donc pouvoir maintenant affirmer avec une complète certitude ce que j'avais avec une certaine réserve dans ma note sur le Beausset : le prétendu gisement de Grès bigarré de Gavari, de même que les deux autres lambeaux signalés par M. Toucas, ne sont autre chose que des Marnes irisées. M. Toucas, d'ailleurs, nous a déclaré n'avoir jamais vérifié par lui-même ces gisements et n'a pu nous donner à leur sujet aucune indication nouvelle.

On peut remarquer en outre qu'en arrivant au vallon du Rouve, on descend, par un brusque ressaut du sol, du plateau calcaire dans les champs cultivés qui entourent le vallon, et qu'au pied de ce ressaut se trouvent les Marnes irisées, en contrebas du Muschelkalk. On ne voit pas, il est vrai, la superposition, mais c'est au moins un nouvel indice pour conclure que dans toute cette partie les Marnes irisées existent et se continuent sous le Muschelkalk.

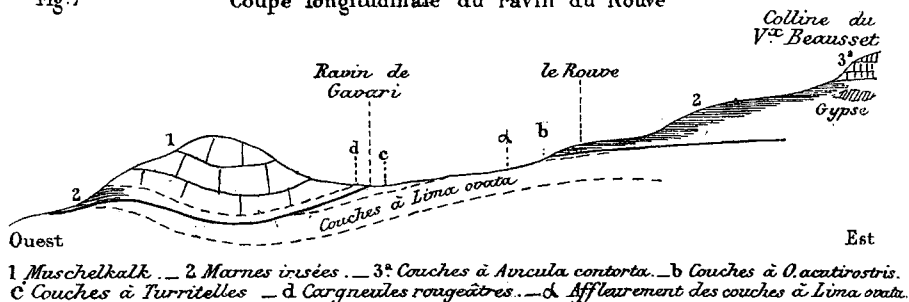
Le vallon de Rouve, connu depuis longtemps par les beaux et nombreux fossiles de la zone à *Lima ovata* qui y ont été rencontrés, présente un intérêt particulier, d'abord à cause de sa position isolée au milieu des Marnes irisées, dont les éboulis le recouvrent presque complètement, et aussi, à un autre point de vue, à cause des échantillons qu'il a fournis de l'*Ammonites polyopsis*. Dans ma note sur le Beausset, j'avais seulement conclu que le Sénonien apparaît par une dénudation du Trias superposé, sans parler de l'ordre même de succession des couches crétacées; dans les coupes lithographiées (fig. 7) distribuées pour la réunion, j'avais admis que les couches sénoniennes sont au-dessous du Trias, que ce dernier

présente encore à sa base une bande de couches renversées, mais que dans le Crétacé la série se présente en ordre normal. La valeur qu'on peut accorder, dans les discussions de parallélisme, à la pré-

Fig. 7.

Fig. 7

Coupe longitudinale du ravin du Rouve



1 Muschelkalk. — 2 Marnes irisées. — 3^e Couches à *Avicula contorta*. — b Couches à *O. acutirostris*.
c Couches à *Turritelles*. — d *Cargneules rougeâtres*. — e Affleurement des couches à *Lima ovata*.

sence de *Ammonites polyopsis*, dépend évidemment de la connaissance exacte de la stratigraphie de ce petit complexe de couches. Il y avait donc un grand intérêt à ce que la Société pût trancher la question; c'est ce qu'elle a pu faire, grâce à la découverte des couches à *Ostrea acutirostris*, qui n'avaient pas encore été signalées en ce point.

Les observations connues se bornaient aux suivantes : dans le bas du vallon, il y a un petit affleurement des couches à *Turritelles*; vers le haut du vallon, un peu au-dessus de la route, il y a, formant berge sur la rive gauche et sur la rive droite, un double affleurement des bancs à *Lima ovata*, bien fossilifères et bien typiques. La pente de ces bancs est vers l'aval, à peu près égale à celle du ruisseau. On peut donc se demander s'ils passent au-dessus ou au-dessous des couches à *Turritelles* de l'aval. Dans le second cas seulement, on pourra affirmer qu'aucune couche d'âge plus ancien que la *Lima ovata* n'affleure dans le ravin, et par conséquent on pourra donner une égale signification aux fossiles trouvés en place ou dans les blocs détachés.

Je m'étais décidé pour l'hypothèse d'une série non renversée à cause de la parfaite régularité des couches mises au jour, de leur séparation en bancs bien lités, de la bonne conservation des fossiles non déformés et de l'absence de toute trace de métamorphisme mécanique. Mais ce n'étaient là que des probabilités. Pendant que la plupart de nous cherchaient des fossiles, quelques membres se sont mis en quête d'autres affleurements; notre confrère M. Reymond a d'abord trouvé près du ruisseau un échantillon d'*Ostrea acutirostris*, et bientôt, en haut du talus de la rive gauche, on a trouvé ces

Huitres abondantes et la couche en place dans les broussailles. Les couches sont donc bien en ordre normal, comme le faisait prévoir leur apparence; il ne peut y avoir dans le vallon de couches plus anciennes que celles qui affleurent en bas de la berge, et comme ces couches sont, d'après leurs fossiles, déjà élevées dans le système (les fossiles appartiennent à la zone à *Nerinea bisulcata* de M. Toucas), l'*Ammonites polyopsis* vient certainement de la partie supérieure des couches à *Lima ovata*. M. Peron, que la question intéressait spécialement, est resté après nous sur le gisement pour en recueillir une faune plus complète, et il se chargera avec plus d'autorité de confirmer cette conclusion.

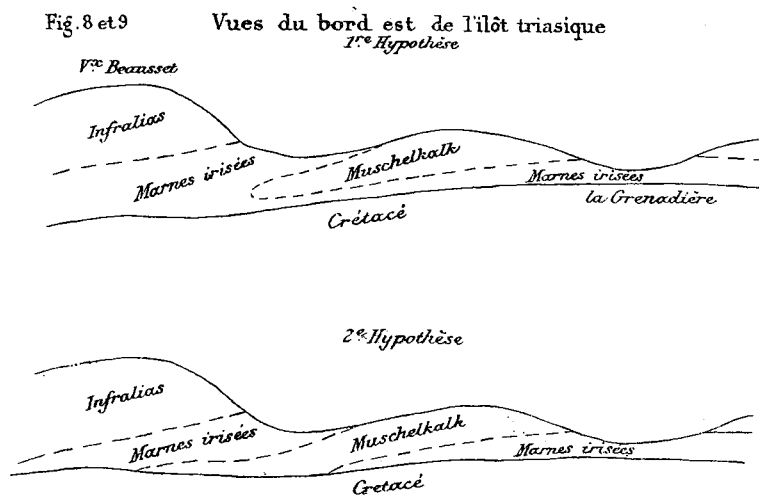
Du Rouve, nous nous sommes dirigés vers le sommet du Vieux Beausset, en nous élevant d'abord sur les Marnes irisées, dans lesquelles nous avons visité la grande carrière de gypse, puis en gravissant la série régulière et puissante de l'Infralias qui leur est régulièrement superposé. Sans revenir ici sur une coupe qui a été donnée en détail par M. Toucas, j'insisterai un instant sur les remarques stratigraphiques que j'ai eu l'occasion d'exposer à nos confrères.

Les Marnes irisées que nous avons suivies dans la montée sont la continuation de celles que nous avons vues au bas du vallon du Rouve, et qui semblaient passer sous le Muschelkalk. Près de la carrière de gypse au contraire, elles sont nettement superposées au Muschelkalk qui descend des hauteurs de Cambeiron, et passent sous l'Infralias. Il y a là une contradiction apparente, ou du moins les deux observations ne peuvent se concilier que si l'on est là précisément près de la charnière anticlinale du Muschelkalk, ou en d'autres termes si l'on considère le Muschelkalk comme formant un noyau central, entouré de toutes parts, du côté du haut comme du côté du bas, par les Marnes irisées. C'est ce que j'ai supposé dans la coupe schématique que j'ai donnée autrefois de l'ilot triasique (1). M. Vasseur m'a signalé une carrière, que j'avais d'ailleurs déjà remarquée, un peu au S.-O. du gypse (à côté d'une petite ferme abandonnée), où cette hypothèse semble très nettement se vérifier. Les bancs du Muschelkalk accentuent brusquement le plongement jusqu'à la verticale, et commencent même vers le bas à se renverser. C'est exactement le mouvement que ma coupe indiquait. Il y a d'ailleurs d'autres indices, dont l'étude minutieuse mériterait d'être reprise par un géologue de la région, ce sont ceux qui sont fournis par l'examen des deux bordures, orientale et occi-

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XV, p. 688.

dentale, de l'îlot triasique. A l'est comme à l'ouest, quand on part du sud, on voit le Muschelkalk reposer sur les Marnes irisées réduites, (mais contenant encore du gypse à la Grenadière) jusque en face à peu près des points que nous considérons (col du Vieux Beausset). Plus au Nord, le Muschelkalk continue encore sur une centaine de mètres vers le Beausset, sans que j'aie pu vérifier si dans cette partie il existe encore des marnes irisées au dessous des calcaires; et enfin, vers la pointe de l'îlot, les Marnes irisées, en contact avec le Crétacé, supportent directement l'Infralias. Ainsi il semble que là on pourrait, par une recherche attentive (rendue difficile par les éboulis et les cultures), vérifier si le Muschelkalk se termine, en biseau ou en cylindre horizontal, dans les Marnes irisées; ou bien s'il vient s'écraser obliquement contre la ligne de séparation du Trias et du Crétacé. Les deux croquis schématiques ci-joints

Fig. 8 et 9.



(fig. 8 et 9) expliquent les deux solutions possibles; le choix entr'elles deux, si l'on pouvait le fixer, aurait une certaine importance; car si la première se vérifiait, elle montrerait d'une manière irréfutable que le pli n'est pas une explication schématique, mais le point de départ réel du chevauchement observé.

Du sommet du Vieux Beausset, nous avons embrassé une dernière fois la région que nous venions de parcourir, en la rattachant dans un ensemble plus vaste aux rochers de la Ciotat et au bassin du Beausset, au milieu duquel l'isolement de la colline triasique apparaît avec une rare netteté. Nous avons vu se détacher du côté de l'Ouest, les

collines plus sombres du Télégraphe de La Cadière, formant pointe sur le bord du bassin et devant nous montrer le lendemain des phénomènes analogues. Enfin au Nord, derrière les collines où se relève la barre d'Hippurites turoniennes, nous apercevions encore, dans la brume du soleil couchant, les profils déchiquetés de la St^e Beaume, coupés d'une part brusquement au Baou de Bretagne, s'abaissant de l'autre plus lentement vers la dépression où nous traverserons la chaîne et où nous pourrions constater l'existence d'un second pli couché, au moins comparable à celui du Beausset pour l'amplitude des déplacements horizontaux.

*Compte-rendu de l'excursion au Télégraphe de la Cadière
et à Fontanieu,*

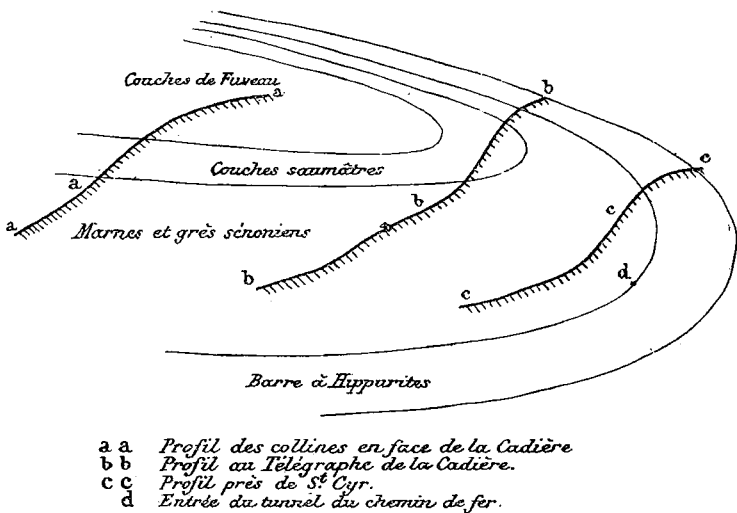
par M. M. Bertrand.

Nous sommes partis le 30 septembre, à 7 heures du matin ; les voitures nous ont déposés au pied de la Cadière et nous nous sommes dirigés, par le chemin charretier de Saint-Come, vers le versant ouest des collines où est marqué, sur la carte d'état-major, l'ancien télégraphe de la Cadière. Nous avons ainsi longé, dans une montée lente et graduelle, tout le pourtour de la colline dont nous avons le premier jour examiné la base au Moutin, et nous avons pu constater la parfaite régularité des bancs dont elle est composée. Nous avons recoupé successivement les grès à plantes, les couches à *Lima ovata*, les bancs à Turritelles, les couches valdoniennes à *Melanopsis galloprovincialis*, et nous avons vu de nombreux échantillons éboulés des calcaires à *Cyrena galloprovincialis* qui couronnent le sommet. Toutes ces couches sont très peu inclinées ; leurs affleurements dessinent à peu près des courbes de niveau. Aux différents points où l'on peut chercher à faire la coupe de la colline, au nord comme à l'ouest, on ne trouve nulle part aucune trace d'accident. Il y a pourtant une différence : la série régulière qui, au nord, monte jusqu'aux couches de Fuveau, à l'ouest ne monte pas plus haut que les couches à Turritelles et même plus loin, du côté de Saint-Cyr, ne dépasse pas les couches santoniennes.

J'ai expliqué ces faits en admettant l'existence d'un grand pli synclinal couché, formé par les couches crétacées et ouvert du côté du nord. A mesure que la dénudation nous permet d'observer les affleurements en des points plus rapprochés de la charnière syn-

clinale, nous trouvons naturellement dans le centre du pli des couches de moins en moins récentes (fig. 10). Ce pli, s'il est admis, serait évidemment la continuation de celui qui peut seul expliquer le renversement des couches crétacées au Canadeau, et serait, toujours comme au Canadeau, recouvert par le pli anticlinal couché que forme le Trias. C'est l'existence de ce pli, ou d'une manière plus précise, l'existence de couches crétacées renversées entre la série normale et le Trias, que la Société se proposait de vérifier au pied du télégraphe de la Cadière, dans la petite anse que forment les escarpements au sud du col où passe le chemin de Pontier et de Bandol (1).

Fig. 10.



Nous nous sommes un peu arrêtés, avant le col, aux premiers affleurements de calcaires à Hippurites ; ces calcaires sont là descendus au-dessous de leur niveau primitif, par un phénomène analogue à celui dont j'ai parlé pour les pentes du Canadeau. Mais ici la descente ne s'est plus faite par blocs, mais par grandes masses ; ces masses couronnent, au niveau ou au-dessous du chemin, de petites buttes isolées qu'elles ont protégées contre l'érosion et qui interrompent la continuité du talus marneux. Dans l'escarpement, à gauche du chemin, on peut voir le Muschelkalk à *Terebratula vulgaris* directement en contact avec ces calcaires à

(1) Ce chemin a été rectifié d'une manière inexacte sur la nouvelle Carte d'État-Major, qui le fait passer dans un escarpement infranchissable, au nord, et non pas, comme cela a lieu en réalité, au sud des points observés.

Hippurites, sans intermédiaire de Marnes irisées. Ces dernières apparaissent près du col, où elles forment un affleurement peu étendu, s'avancant pourtant assez loin dans le vallon du côté de Maren, toujours au pied du Muschelkalk qui les surmonte.

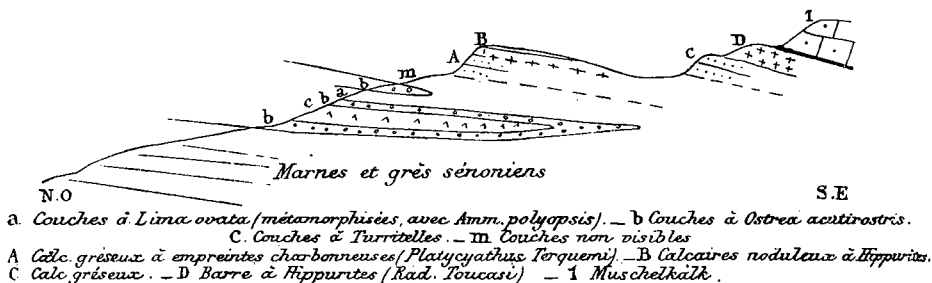
Nous contournons l'éperon du calcaire à Hippurites au sud du col ; nous remarquons là un îlot de Muschelkalk descendu au-dessous du niveau de ces derniers par un accident que j'avais toujours cru local, mais qui pourrait être en connexion avec le pli de la surface de chevauchement découvert par M. Vasseur au petit Canadeau, et nous arrivons dans la dépression de champs cultivés où doivent se faire nos observations. Nous nous arrêtons sur les couches à Turritelles, bien développées, et comme toujours bien reconnaissables, et je rappelle encore une fois qu'il y a au-dessous de nous une série sénonienne, *complète et normale*, identique à celle que nous avons vue au Moutin et sur le chemin qui nous a amenés. Entre nous et le Muschelkalk du sommet, nous allons voir une série de couches, superposées sans aucun doute possible aux bancs à Turritelles et toutes plus récentes qu'eux ; j'ajoute qu'on peut en conclure *à priori* que ces couches sont renversées, comme celles qui se trouvent au Canadeau dans une situation analogue ; n'ayant pu me servir dans mes études des déterminations d'Hippurites, je n'ai pas rencontré dans ces diverses couches (en dehors d'un *Platycyathus Terquemi*) de fossiles caractéristiques, mais les couches sont mieux développées et plus puissantes qu'au Canadeau et je n'hésite pas à annoncer qu'avec les efforts et les marteaux réunis de trente géologues, on trouvera certainement assez de fossiles pour entraîner la conviction.

Ces prémisses bien posées, nous commençons à nous élever ; nous rencontrons en effet les couches à *Ostrea acutirostris* au-dessus des couches à Turritelles, et au-dessus d'elles, un mètre environ de calcaires noduleux, rappelant bien, malgré les traces évidentes d'un métamorphisme énergique, l'aspect connu des bancs à *Lima ovata*. M. Depéret trouve au pied du talus de ces calcaires un fragment d'*Ammonites polyopsis*. La démonstration paraît complète ; quand, en montant au-dessus du talus, je retrouve avec étonnement le banc à *Ostrea acutirostris*, cette fois bien nettement superposé aux calcaires à *Ammonites polyopsis*. Dans mes courses précédentes, je n'avais sans doute jamais passé à ce point précis et je n'avais jamais remarqué cet accident secondaire qui, sur le moment, m'a complètement désorienté. L'explication en est pourtant bien simple ; il y a là

(fig. 11) un petit pli secondaire comme celui du sommet de la Dent de Morcles, et, au-dessus de ce pli qui ramène un instant l'apparence d'ordre normal, recommence la série renversée. Je n'ai pas su donner sur-le-champ l'explication évidente, corroborée d'ailleurs par la manière dont les assises se terminent en coin vers le fond de la

Fig. 11.

Fig. 11 Coupe du talus crétacé au sud du Télégraphe de la Cadière



dépression, et il en est résulté que plusieurs membres, perdant le souvenir ou tenant peu de compte de la succession inversée que l'on venait de constater avec non moins d'évidence, ainsi que du faciès si caractéristique des calcaires étirés, n'ont retenu que le fait isolé d'une superposition accidentellement régulière et ont continué l'examen de la coupe avec l'idée bien arrêtée qu'elle avait pour base une série normale et que la récurrence incontestable des couches plus anciennes pouvait s'expliquer par une faille. Il en est résulté aussi, la chaleur aidant, et notre confrère M. Toucas affirmant qu'il reconnaissait pétrographiquement la succession normale et ordinaire des couches, qu'on les a explorées avec moins d'ardeur et qu'en dehors des Hippurites on n'y a pas trouvé de fossiles. Quoiqu'il en soit, la succession observée est la suivante : il y a deux escarpements en retrait l'un de l'autre, le second étant, par suite de la pente, formé de couches superposées à celles du premier. Dans le premier, on voit à la base des grès (calcaires gréseux) et des marnes où j'ai trouvé autrefois le *Platycyathus Terquemi*; les grès renferment des empreintes charbonneuses qui, d'après une remarque de M. Depéret, pourraient les rapprocher des couches à végétaux (1). Plus haut viennent des calcaires à Hippurites avec faune incontestablement analogue à celle de la Cadière.

(1) Je ferai remarquer, en effet, que, quoique M. Toucas attribue au *Platycyathus Terquemi* une extension assez grande, je l'ai toujours trouvé, au Beausset, au-dessus des Hippurites de la Cadière.

Le second escarpement montre de nouveau des calcaires gréseux, puis une masse importante de calcaires compacts à Hippurites. M. Peron ramasse, dans ces derniers, un exemplaire bien caractérisé du *Radiolites Toucasi*. Comme nous l'avons vu, le *Radiolites Toucasi* se trouve à la Cadière. J'ajouterai que j'ai trouvé, avec M. Seunes, tout au sommet de la même barre, des exemplaires de grands Foraminifères semblables aux *Lacazina* des Martigues.

Les deux faits semblent se corroborer et M. Toucas en conclut que tout le massif des Hippurites est à assimiler à celui de la Cadière, qu'il est normalement superposé à des grès santoniens et qu'il n'y a pas de renversement. Je ne disconviens pas qu'il ne reste en ce point quelque chose à étudier, mais je repousse formellement cette conclusion. Sans même tenir compte de l'impossibilité de raccorder la coupe avec les coupes voisines et les accidents constatés, si la série n'est pas renversée, j'affirme formellement qu'on peut suivre sans discontinuité la même barre d'Hippurites jusqu'au tunnel du chemin de fer de Bandol et que là on la voit passer *sous* la série des couches marneuses qui se prolongent jusqu'à Taurentum avec *Cidaris clavigera* et qui sont déterminées par M. Toucas lui même comme santoniennes.

Quant au fait que ces Hippurites soient ici superposées et au pied du tunnel inférieures aux mêmes couches, il suffit pour se l'expliquer de jeter un regard sur la coupe (fig. 10) : prise en *b* elle donne la succession du télégraphe de la Cadière; prise en *d*, celle du chemin de fer.

J'ai expliqué, dans le compte rendu précédent, que les niveaux d'Hippurites semblaient, à partir de Sainte-Anne et du Val-d'Aren, se multiplier dans le Santonien inférieur et moyen et qu'il était naturel de supposer que tous ces niveaux arrivaient du côté de l'ouest à se souder entre eux et sans doute aussi à se souder à l'Angoumien. Ainsi s'expliquerait la contradiction apparente de Rudistes santoniens constatés dans la barre que, stratigraphiquement, je considérais comme angoumienne. Le *Radiolites Toucasi* est, il est vrai, campanien pour M. Toucas; mais il semble bien difficile, après les travaux de M. de Grossouvre, de maintenir ce rajeunissement du niveau de la Cadière, et je me demande si l'on connaît avec assez de certitude l'évolution des *Radiolites* pour prévoir avec certitude ceux qui ont pu vivre dans la zone à *Ammonites Emscheris* ou dans celle à *Ammonites texanus*.

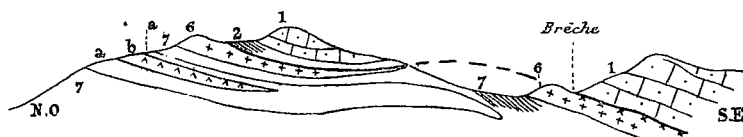
En résumé, et pour s'en tenir aux faits observés, la Société a constaté la récurrence au-dessus des couches à Turritelles d'une série sénonienne plus récente; elle n'a pu pour cette série constater

qu'en un point l'interversion des bancs, et cette observation a perdu une partie de sa valeur par ce que l'*Ostrea acutirostris*, constatée au-dessous de l'assise à *Lima ovata*, s'est retrouvée au-dessus de la même assise. Quant aux autres termes, la Société n'a pas recueilli de preuves en faveur d'un renversement, mais elle n'en a pas recueilli non plus en faveur d'une succession normale. Quel que soit l'âge du *Radiolites Toucasi*, l'âge des bancs qui sont au-dessous reste indéterminé, et jusqu'à nouvel ordre, la coupe ne peut être qu'une affaire d'interprétation. Celle que j'ai indiquée depuis longtemps me semble la seule qui puisse se raccorder avec les coupes voisines; si j'en avais entrevu une autre, je la proposerais; si l'un de nos confrères en proposait une autre, je serai heureux de la discuter. Je rappelle seulement que l'interprétation proposée devra expliquer la présence du banc à *Lima ovata* entre les deux couches à *Ostrea acutirostris*, et aussi, ce que le petit désarroi du moment m'a empêché de montrer à la Société, le coïncement des couches à Turritelles entre deux bancs à *Ostrea acutirostris*.

Nous reprenons notre chemin vers Fontanieu, et après avoir suivi quelque temps les Marnes irisées, surmontées à gauche et à droite par le Muschelkalk, nous arrivons à un petit îlot sénonien, complètement isolé au milieu du Trias, montrant des marnes gréseuses et des calcaires à Foraminifères plongeant assez fortement vers l'est, sous des calcaires à Hippurites. Ces calcaires à Hippurites forment

Fig. 12.

Fig. 12

Coupe du chemin de Maren
(un peu au Nord de la coupelle)

1. Muschelkalk. — 2. Marnes irisées — 6. Barre à hippurites. — 7. Marnes et grès sénoniens. — a. Couches à *Lima ovata*. — b. Couches saxatères.

au bord du Trias voisin, qui est là du Muschelkalk, une petite crête saillante, mais leur pendage est tel que, prolongé, il les ferait partout passer sous le Trias. Je renonce donc à l'explication compliquée et peu vraisemblable que j'avais autrefois proposée (1). Ce Sénonien se relie simplement, par dessous le Trias, à celui que nous venons d'examiner (v. la coupe fig. 12). Il faut admettre

(1) B. S. G. F., 3^e sér., t. XV, p. 694,

seulement que la surface de contact a été plissée postérieurement; je reviendrai sur ce fait, en le mettant en rapport avec le plissement secondaire constaté au Petit Canadeau.

Le contact des Hippurites et du Muschelkalk présente là une particularité remarquable, que j'ai observée également près de la sortie ouest du tunnel de Bandol, ainsi qu'au télégraphe de la Cadière, et que nous retrouverons, avec de plus grandes facilités d'observation, auprès de Fontanieu; c'est l'existence d'une brèche, où des fragments anguleux de Muschelkalk sont comme noyés et soudés dans une pâte très compacte, semblable à celle du calcaire à Hippurites. Cette brèche fait en réalité partie du calcaire à Hippurites dont elle est inséparable, mais elle n'y forme pas un niveau déterminé; elle ne se rencontre à ma connaissance (1) qu'au contact de la faille, ou pour mieux dire, le long de la ligne de contact du calcaire à Hippurites et du Trias.

Nous traversons de nouveau le Muschelkalk et nous allons passer au petit col qui domine la mine de Fontanieu. Nous rentrons alors sur le calcaire à Hippurites, sans voir nettement le contact des deux formations, et avant de descendre dans le vallon, nous jetons un coup-d'œil d'orientation générale sur la nouvelle région que nous devons explorer. La barre d'Hippurites sur laquelle nous nous trouvons est la continuation ininterrompue de la barre inférieure de Sainte-Anne; comme à Sainte-Anne, elle plonge au nord sous la série sénonienne qui remplit à nos pieds le fond du vallon et paraît seulement assez réduite. Un coup-d'œil sur la carte géologique montre avec quelle probabilité cette bande doit se rattacher souterrainement aux lambeaux observés le matin et à leur prolongation jusqu'au tunnel de Bandol. En avant de cette ligne, la colline du télégraphe de la Cadière, que nous venons de contourner, forme un large éperon de Muschelkalk au milieu du Crétacé. Devant nous, cet éperon se prolonge par une étroite languette de Trias, orientée parallèlement à la barre d'Hippurites, et suivant le sommet d'une croupe arrondie qui descend lentement vers la route de Bandol. Entre cette croupe et nous, s'élève un peu vers la droite une colline un peu plus élevée, dont la base est formée par le Crétacé et le sommet par le Trias. Ce second lambeau de Trias descend, parallèlement au premier, jusqu'auprès de Fontanieu. Plus loin, vers le nord, la colline élevée qui nous masque la Cadière et au pied de laquelle est le Moutin, celle-là même dont nous avons longé le

(1) M. Collot (V. le compte-rendu de la course suivante), a pourtant trouvé, près de Broussan, un morceau de brèche, non pas identique, mais comparable.

flanc nord dans la matinée, est tout entière composée par les calcaires à Cyrènes de Fuveau. En résumé, les choses se présentent comme si nous avions devant nous une série crétacée normale, qui aurait été recouverte d'une nappe de Trias, postérieurement dénudée, et qui n'en aurait conservé que quelques lambeaux sur ses sommets. Ce vallon de Fontanieu présente des complications exceptionnelles parce que cette nappe de Trias, avant cette dénudation, a subi des affaissements irréguliers, ou même, plus probablement, des plissements postérieurs ; c'est pourtant un des points les plus probants, grâce à l'exploitation des lignites qui s'y poursuit et qui permet d'observer les faits avec toute la certitude que donnent les travaux de mines.

Grâce à l'aimable prévenance de M. Roche, directeur de la mine, nous avons trouvé le déjeuner servi dans un des hangars qui y attiennent. M. Garance, ancien ingénieur de la mine, et M. Matta, chef actuel des travaux, se sont joints à nous et nous ont fait visiter après le déjeuner la galerie à travers bancs dont j'ai déjà donné la coupe. La galerie, dirigée vers le nord, entre dans le Muschelkalk, fortement incliné vers le thalweg ; sous le Muschelkalk, nous avons traversé des Marnes irisées, puis une formation schisteuse d'âge indéterminé avec blocs d'Urgonien, puis, en complète concordance, les couches crétacées renversées : calcaires à Hippurites, couches à Turritelles, couches saumâtres à *Melanopsis*, calcaires à Cyrènes, et enfin le banc de lignite. L'exploitation a montré que ce banc de lignite se recourbe sur lui-même et qu'il forme ainsi le centre d'un pli synclinal ouvert vers le nord. La netteté de la succession, constatée par des fossiles dans tous les niveaux, a frappé tous les membres présents.

Revenus au jour, et réunis à ceux de nos confrères qui étaient allés au sud-ouest de la mine visiter les affleurements fossilifères des calcaires à *Lima ovata* et les calcaires à Hippurites (niveau de la Cadière), nous avons repris l'étude de la même coupe au-dessus de la galerie. La succession inversée du Crétacé ne s'y voit pas moins nettement et M. Toucas a pu mettre le doigt sur la surface de superposition des calcaires à Hippurites sur les couches à Turritelles. Au dessus de ces calcaires à Hippurites, on trouve d'une manière bien inattendue, en contact avec le Trias qui reparait au sommet de la colline dans laquelle est exploité le charbon, des lambeaux de calcaire urgonien nettement caractérisé, avec *Requienies*. A la base de ces lambeaux, on remarque même les silex qui forment au Gros Cerveau la partie supérieure de l'Urgonien.

De l'autre côté du vallon, la même coupe se retrouve symétriquement avec pendage vers le nord au lieu du pendage vers le sud ; le vallon est dans un pli synclinal de la nappe de recouvrement, et le gypse qui est exploité dans le fond repose sur le Crétacé. Ce second versant symétrique montre encore les calcaires à *Requienies* dans la même situation entre les Marnes irisées et le Sénonien. Le Sénonien offre là, de plus, une particularité intéressante, que nous n'avons pas eu le temps d'aller vérifier ; c'est l'intercalation apparente de fossiles d'eau douce dans les calcaires à Hippurites. M. Vasseur m'a dit avoir trouvé, près de la Pomme, un banc lacustre à un niveau semblable ; est-ce ici le cas, ou bien existe-t-il un pli secondaire, conformément au croquis (pl. XXIV), j'aurais été heureux de poser sur place la question à mes confrères ; mais le temps pressait, la chaleur avait ralenti notre ardeur, et je tenais avant tout à montrer, pour terminer la journée, la brèche située un kilomètre vers le sud, au contact de la barre à Hippurites et du Trias. Dans ce trajet un peu rapide, M. Garance appelle encore notre attention sur un fait intéressant ; le gros banc à *Ostrea acutirostris* qu'on rencontre en rentrant dans la série normale, se montre dédoublé, avec Turritelles au milieu. M. Garance ne croit pas douteux et je crois comme lui, que c'est là l'extrémité du pli formé par les couches à *Ostrea acutirostris* autour du pli incontesté de la couche de charbon.

Je suis heureux de pouvoir saisir cette occasion pour remercier MM. Garance et Matta de tout ce que je leur dois pour l'étude de ce petit vallon de Fontanieu, dont les détails, offrant presque à chaque pas de nouvelles surprises, m'auraient, sans eux, présenté des difficultés inextricables. On peut dire qu'ils connaissent toutes les pierres de leur vallon, et ayant, dès le premier jour, adopté mon hypothèse comme la seule possible, ils m'ont successivement montré tous les faits qui s'y adaptaient sans difficulté et tous ceux qui semblaient créer de nouveaux problèmes. Tous ces faits peuvent se grouper autour d'une explication, incontestablement compliquée, mais plus simple pourtant encore que bien des coupes que l'on voit en Suisse. Je donne (pl. XXIV, fig. 1) cette explication ; les faits d'observation dont elle rend compte d'un bout à l'autre du vallon, sont si nombreux et si complexes que la probabilité, même des détails, m'y semble équivaloir à la certitude (sauf en ce qui regarde la résolution de la grande faille en profondeur). Il aurait fallu plus d'une journée pour montrer tous ces détails à la Société, et moi-même je conservais encore alors quelques doutes, qu'une discussion ultérieure a fait évanouir. Je n'en crois

pas moins la place opportune dans ce compte-rendu pour substituer une coupe exacte, ou tout au moins à peu près exacte, à la coupe schématique dont j'avais dû d'abord me contenter. Le curieux dessin qui en résulte pour la boucle synclinale a été amplifié dans une figure spéciale (pl. xxiv, fig. 2).

Après avoir traversé les bancs à *Ostrea acutirostris*, nous nous dirigeons, en suivant à peu près une courbe de niveau, vers la continuation de la barre que nous avons traversée le matin. On voit nettement, des différents points de ce trajet, que cette barre, verticale devant nous, inclinée au nord au point où nous l'avons traversée le matin, montre entre ces deux points, dans sa partie supérieure, un pendage inverse vers le sud ; en d'autres termes, on voit la barre massive dessiner une courbe concave vers Fontanieu et amorcer ainsi le gigantesque pli dont nous avons suivi les différentes manifestations. Au point où nous l'abordons, la barre à Hippurites, très réduite d'épaisseur, est interrompue par une coupure qui permet de la traverser ; de l'autre côté, on voit se dresser au-dessus des Marnes irisées la face verticale des bancs. Cette surface montre et permet d'étudier une magnifique brèche où, dans le calcaire blanc compact, sont encastrés des morceaux anguleux de Muschelkalk, de cagneules, d'Infralias, d'Urgonien, des silex de l'Aptien, et jusqu'à des grains de quartz provenant évidemment du niveau turonien des sables de Sainte-Anne.

M. Renevier se refuse à voir là une brèche de faille ; il remarque que les morceaux s'éloignent du contact et pénètrent dans le calcaire à Hippurites. Ce calcaire a en effet, sur une épaisseur de plus d'un mètre, une apparence bréchoïde, mais les fragments contenus ne semblent plus alors que des morceaux d'un calcaire semblable, comme dans les brèches formées par la recimentation d'un calcaire brisé en morceaux. Je rappelle à M. Renevier quels magnifiques exemples nous en avons vus ensemble dans les grands éboulements de la vallée du Rhin, entre Reichenau et Ilanz. Quant aux débris anguleux de terrains étrangers, ils sont bien nettement cantonnés dans une tranche de faible épaisseur, et je le répète, toujours et seulement au contact de la faille. Quelle que soit l'explication du phénomène, il faut tenir compte de cette coïncidence de position.

La Société revient alors à Fontanieu et regagne les voitures qui ramènent ses membres au Beausset.

La discussion s'engage sur les faits observés dans ces deux excursions.

M. Renevier, tout en se ralliant à l'ensemble de l'interprétation de M. Bertrand, ne peut admettre que la brèche observée dans la journée soit une brèche de faille. La pénétration des calcaires anguleux, à une profondeur même restreinte, dans un calcaire compact, lui semble un phénomène impossible à concevoir et à admettre.

M. Fabre dit qu'il a eu souvent l'occasion d'observer des brèches de failles. Leur existence est constatée en trop de points pour pouvoir être contestée; mais elles peuvent en général s'expliquer par la recimentation de fragments entraînés dans la faille. Pour sa part il n'en a jamais vu avec un ciment aussi compact que celle de Fontanieu; il y a là certainement une difficulté.

M. Bertrand reconnaît la valeur de ces objections et la difficulté qui en résulte. Il n'est pas rare malheureusement de rencontrer ainsi en géologie des faits, dont, avec nos idées nées de l'observation actuelle de la surface, nous ne pouvons nous expliquer le mécanisme. Mais il lui semble impossible de ne pas tenir compte avant tout de la limitation absolue de la brèche au voisinage immédiat de la faille; dès que les calcaires à Hippurites se trouvent séparés de la faille par le Cénomanién ou par les sables turoniens, la brèche disparaît. Il y a là une coïncidence, qui ne peut être l'effet du hasard et dont il faut tenir compte avant tout dans l'explication du phénomène (1).

(1) Je me permets d'ajouter ici en note quelques remarques auxquelles j'ai été amené plus tard, et que je n'ai pas présentées en séance.

La première est que M. Collot a trouvé, dans l'excursion du 2 Octobre, près des Garniers, bien loin, par conséquent, de la continuation de la même faille, un morceau de calcaire à Hippurites présentant les mêmes caractères bréchoïdes et empâtant des grains de quartz. Le temps était trop mauvais pour qu'on ait pu s'arrêter et préciser les conditions de gisement; mais, d'après mes notes antérieures, ce morceau provient d'un point où les couches sont renversées, où les calcaires à Hippurites très réduits sont surmontés (avec disparition locale des sables turoniens) par les couches cénomaniennes. L'explication de cette réapparition locale de la brèche par une nouvelle faille, ou plutôt par une nouvelle surface de glissement, me paraît donc, là encore, la plus vraisemblable.

Quant à la difficulté de la pénétration de fragments anguleux étrangers dans un calcaire compact, elle ne peut s'éviter que d'une manière, en supposant que le calcaire n'était pas encore durci au moment de la pénétration des fragments, c'est-à-dire qu'il y a eu formation, ou au moins jeu de la faille, au moment même du dépôt des calcaires. En d'autres termes, il faudrait admettre que la formation de la faille a été lente et progressive. *M. Walcott* (*Geol. Society of America*, t. I), nous a fait connaître l'exemple remarquable d'une faille qui s'est continuée et accentuée

Observations de M. Toucas.

M. Toucas rappelle que dans le Val d'Aren il a signalé depuis longtemps des bancs à Hippurites au milieu des couches santoniennes à *Micraster brevis*. Les grands exemplaires d'Hippurites appartiennent particulièrement au groupe de l'*Hipp. giganteus*, à premier pilier long et pédiculé : parmi eux se trouve une espèce de Gosau, l'*Hipp. Zitteli* Mun.-Chalm., facile à reconnaître à son arête cardinale excessivement mince et très allongée, à ses deux piliers longs et rétrécis à la base, à ses pores de la valve supérieure très petits et très nombreux, non réticulés et disposés en séries polygonales sur les bords. Cette espèce, remarquable par sa grande dimension, n'a jamais été rencontrée dans les calcaires angoumiens et ne se retrouve pas dans les bancs à *Hipp. dilatatus* du Castellet et de La Cadière ; elle paraît donc caractériser le Santonien à *Micraster brevis*.

Les gros Hippurites, que la Société a rencontrés aux Martigues immédiatement au-dessus des premiers bancs à *Rhynch. petrocouriensis*, appartiennent incontestablement à ce même groupe, qui occuperait là le même niveau entre les calcaires et grès angoumiens et les calcaires à *Hipp. dilatatus*.

Contrairement à ce que la Société a pu constater dans la partie occidentale du bassin du Beausset, on voit que le gisement du Val d'Aren présente la même particularité que celui des Martigues, avec cette différence cependant que dans le Santonien du Val d'Aren on rencontre avec les Hippurites les fossiles caractéristiques de la Craie de Villedieu comme *Micraster turonensis*, *Pyrina ovulum*, *Cyphosoma magnificum*, *Salenia scutigera*, *Echinoconus conicus*, *Cidaris pseudopistillum*, *Cid. subvesiculosa*, *Cid. sceptrifera*, *Rhynch. difformis*, *Terebratulina echinulata*, *Ostrea proboscidea*, etc.

sans interruption pendant plusieurs périodes géologiques. Toute faille formée brusquement suppose d'ailleurs l'existence d'une falaise abrupte et souvent verticale, bien difficile à concevoir. Je serais donc disposé maintenant à admettre que la brèche serait due à un mouvement de glissement continué pendant le dépôt du Turonien ; il faudrait même alors que ce phénomène de glissement ait été assez rapide pour mettre successivement en contact avec les bancs en formation toutes les assises dont elles contiennent des fragments. Il reste sans doute bien des difficultés, comme toutes les fois que l'on veut entrer profondément dans l'analyse d'un phénomène ; mais je tenais à dire que les remarques de MM. Renevier et Fabre me semblent devoir fournir l'occasion de nouvelles études qui seront peut-être susceptibles de donner quelques résultats intéressants.

La coupe du Val d'Aren, qui a déjà été donnée dans le Bulletin, montre que la série crétacée, quoique fort réduite, présente néanmoins la même succession que dans la région nord-ouest du bassin. Le gisement fossilifère de Rouve, que la Société a visité en allant du Canadeau au Vieux-Beausset, est séparé de celui du Val d'Aren par le massif triasique du Canadeau et de la Mame. Situé à la partie supérieure du vallon de Gavari, ce gisement est entouré de tous côtés par le Trias, sauf à l'ouest, où il est recouvert par les couches saumâtres à *Cassiope Coquandi*, *Cas. Renauxi*, *Cardium Villeneuvi*, *Acteonella gigantea*, *Act. Baylei*, *Ostrea acutirostris*, etc., qui s'étendent au sud au-dessus des Marnes irisées et des gypses exploités à la plâtrière d'Imbert au fond du vallon de Gavari. C'est là un des points les plus difficiles à débrouiller au point de vue stratigraphique. La théorie fort séduisante de la superposition du Trias sur le Crétacé semble trouver sa consécration dans l'existence de quelques lambeaux isolés à série renversée; mais il ne faut pas perdre de vue que cette théorie rencontre à chaque pas des objections qui prouvent qu'on ne doit pas en faire une application trop générale. Sans être opposé systématiquement à l'idée émise par M. Bertrand, on peut supposer que le Trias a sa racine dans le massif du Vieux Beausset comme au sud et à l'est du bassin du Beausset; cette opinion est basée sur les épaisseurs considérables du Trias dans cette région et sur l'absence complète du Crétacé dans le fond du ravin de Gavari, dont le niveau topographique est bien inférieur au niveau du Crétacé du Canadeau dans le val d'Aren.

Quant à l'âge du gisement de Rouve, il est incontestable qu'il appartient au Sénonien supérieur du Beausset et qu'il représente sous une faible épaisseur les bancs à Hippurites et les calcaires marneux à *Lima ovata* du Castellet et de La Cadière. Mais il est bien difficile de préciser le niveau exact auquel appartiennent les échantillons d'*Ammonites syrtalis* recueillis sur les murs de soutènement, au milieu des Hippurites et des fossiles des deux zones. Toutes les probabilités sont pour la première zone, car l'*Am. syrtalis* n'a jamais été trouvée dans les couches marines supérieures du Castellet et de la Cadière, et dans les Corbières elle se rencontre depuis la base des grès de Sougraigne jusqu'au milieu des calcaires à *Hipp. bioculatus* et *Hipp. dilatatus*.

M. Toucas fait observer que le Trias du Télégraphe de la Cadière n'est que le prolongement, sans discontinuité au nord, du massif triasique qui a sa place normale au sud du bassin du Beausset. Tout autour, les assises crétacées se retrouvent également en série normale sans renversement bien constaté; car la Société n'a pu

reconnaître le retour des calcaires marneux à *Lima ovata* annoncé par M. Bertrand; d'autre part les bancs à Hippurites du sommet, que M. Bertrand considérait comme un retour de la barre angoumienne, renferment les Hippurites et autres Rudistes, caractéristiques du niveau supérieur, comme *Radiolites Toucasi* recueilli par M. Peron, et aucun des gros Hippurites angoumiens et même santoniens n'a pu être reconnu dans ces bancs. La coupe du versant ouest du vallon de Saint-Côme paraît donc être aussi régulière que celle de La Cadière. Sur le versant est, du côté du ravin de Fontanieu, on rencontre assez fréquemment des lambeaux de Crétacé à série renversée; mais cette partie du massif est excessivement tourmentée, et il n'est pas impossible que la dislocation qui s'est produite sur ce versant ne soit le résultat d'un affaissement des bords du plateau du Télégraphe de la Cadière sous une inclinaison telle, qu'une partie des couches aient pu en tombant se renverser sur le flanc de la hauteur.

Réponse aux observations de M. Toucas,

par M. M. Bertrand (1).

Je me félicite d'abord d'être en accord complet avec M. Toucas sur la signification des bancs d'Hippurites rencontrés dans le Val d'Aren. C'est, comme je l'ai dit dans le compte-rendu rédigé avant que je n'aie pris connaissance de sa note, un passage au faciès du Santonien des Martigues.

Il n'en est malheureusement pas ainsi pour le Rouve. L'indécision où j'avais toujours été sur les conditions stratigraphiques de ce gisement a été dissipée par les observations de la Société. La superposition de l'*Ostrea acutirostris* aux calcaires à *Lima ovata* montre d'une manière incontestable qu'il n'y a pas là de renversement. On a affaire à la série normale, recouverte par le Trias. Or, l'examen de tout le bassin montre que le chevauchement, le traînage des masses triasiques au-dessus des couches crétacées, s'est fait partout sans provoquer dans ces couches de glissements secondaires. Il y a deux sortes de gisements crétacés à considérer; ceux

(1) Quoique cette réponse, non plus que les observations de M. Toucas, ne reproduise pas exactement les paroles prononcées en séance, je crois devoir, comme mon confrère, réunir dans une note d'ensemble les différents arguments émis, soit sur le terrain, soit en séance, dans les discussions qui se sont produites entre nous,

qui sont renversés, où l'épaisseur de toutes les assises subit toutes les diminutions possibles, et ceux où la série est normale, pour lesquels il n'y a à tenir compte ni des phénomènes d'étirement, ni de la présence du Trias superposé. Le gisement du Rouve est du second groupe; tous les bancs successifs de la zone à *Lima ovata* y sont parfaitement développés et il n'y a pas à parler là de représentations sous une faible épaisseur de niveaux différents; ce serait une hypothèse purement gratuite, contredite d'ailleurs par l'étude minutieuse des affleurements, et faite uniquement pour ne pas trouver l'*Ammonites polyopsis* au niveau où on désire ne pas le voir.

En ce qui regarde maintenant la superposition du Trias au Crétacé, je relève d'abord l'affirmation que les couches à *Turritelles* s'étendraient au sud au-dessus des Marnes irisées et des gypses exploités à la plâtrière d'Imbert, au fond du vallon de Gavari. Je conteste absolument cette superposition; je me permets de rappeler à M. Toucas qu'en étudiant la région, il n'avait pas son attention encore appelée sur la possibilité d'interversions des couches. Or, je sais par mes souvenirs personnels qu'on croit facilement voir les choses dont on est certain, ou sur lesquelles au moins aucun doute ne semble possible: on rencontre le Crétacé auprès du Trias et, comme on croit savoir qu'il ne peut être qu'au dessus, on inscrit sans y songer, dans ses notes ou dans ses souvenirs, que le Crétacé est sur le Trias. Pour ma part, j'ai pendant trois ans parcouru les environs du Beausset avec la préoccupation spéciale de constater en un point ou en l'autre la superposition du Crétacé sur le Trias ou celle du Trias sur le Crétacé. Pas plus à la plâtrière Imbert que sur le reste du pourtour de l'îlot, je n'ai vu un seul point où la superposition pût sembler certaine dans un sens ou dans l'autre. J'avais proposé à M. Toucas de trouver un moment pour monter ensemble vérifier la question; les journées ont été jusqu'au bout trop chargées pour que cela nous eût été possible; je ne puis donc que maintenir, à côté de l'affirmation de M. Toucas, celle de la certitude absolue de mes souvenirs plus récents.

Quant à la conclusion générale de M. Toucas, si je la comprends bien, il admettrait la superposition du Trias sur le Crétacé au Petit Canadeau, mais il croit « qu'on ne doit pas faire de la théorie une application trop générale »: dans le massif du Vieux-Beausset, il trouve l'épaisseur du Trias trop considérable; il allègue que le Crétacé manque dans le fond du ravin de Gavari dont le niveau topographique est bien inférieur au niveau du Crétacé dans le Val d'Aren; enfin, pour réunir ensemble toutes les objections, il insiste

sur l'absence de toute preuve de renversement auprès du télégraphe de la Cadière et, quant à Fontanieu, il se demande si un affaissement des bords du plateau triasique ne pourrait expliquer les anomalies observées, en supposant qu'une partie des couches se soient renversées en tombant sur le flanc de la hauteur.

Je distinguerai dans ces objections deux parties : celles qui se rapportent à l'interprétation isolée de telle ou telle observation considérée isolément des observations voisines, et celles qui se rapportent à l'interprétation d'ensemble de tous ces faits.

Les premières ont seulement rapport à la course du télégraphe de la Cadière et de Fontanieu. J'ai répondu implicitement dans le compte-rendu de la course à celles qui ont trait à la première partie de cette course ; je reconnais n'avoir pas montré à la Société que les bancs crétacés qui sont au-dessus des Turritelles se présentent dans un ordre inverse de stratification. Mais ils n'en sont pas moins au-dessus de ces bancs à Turritelles, quoique plus récents, et de plus, à leur base, nous avons vu les calcaires à *Lima ovata* entre deux bancs à *Ostrea acutirostris*. Ces faits à coup sûr suffisent pour ne pas permettre de dire que « la coupe du versant ouest du vallon de St-Côme paraît être aussi régulière que celle de la Cadière. » L'explication peut en être difficile ; mais ce n'en est pas une, que de les passer sous silence.

Quant à Fontanieu, M. Toucas doit se rappeler, car j'ai insisté pour l'amener à la place, que, même sans être allé dans la galerie de mine, il a vu les calcaires à Hippurites reposant sur les couches à Turritelles. Or, si l'on peut concevoir qu'un affaissement du Trias sur les bords du plateau du télégraphe de la Cadière ait pu en amener les bancs au-dessus du Crétacé, en les faisant même tourner de 180° et ramenant le Muschelkalk au-dessus des Marnes irisées, il m'est impossible de concevoir comment ce mouvement aurait amené aussi le retournement des couches crétacées et mis le calcaire à Hippurites au-dessus des Turritelles, en supprimant les bancs intermédiaires. Je ne parle même pas des lambeaux urgoniens, dont M. Toucas ne nous indique pas quelle pourrait, dans son hypothèse, être la provenance. Que la Société me permette, à propos de Fontanieu, de lui rappeler un souvenir qui m'est toujours resté précieux ; c'est celui du jour où, me croyant déjà maître de ma théorie par l'étude seule des collines du Beausset, je suis allé pour la première fois visiter la mine de Fontanieu et où, après que M. Garance m'en eût sommairement montré les environs, je lui expliquai mon hypothèse. M. Garance me répondit aussitôt : « Comment n'y ai-je pas songé plus tôt ? Cela est sûr, cela rend

compte de tout. » Il me montra alors ses plans de mine et toutes les anomalies qu'il avait observées dans le voisinage, et c'est seulement alors que, rassuré moi-même par cette vérification, je me décidai à publier ma note sur le Beausset. Je croyais en effet et je crois encore qu'une théorie qui a subi ainsi l'épreuve d'une confrontation avec des travaux de mines est bien près d'être définitivement vérifiée. Je ne pense pas que celle d'un éboulement ait jamais un semblable succès.

J'arrive maintenant aux conclusions générales. L'argumentation de M. Toucas peut se résumer en ceci : on peut admettre qu'une partie de l'îlot du Vieux-Beausset soit couchée sur le Crétacé, sans que tout l'îlot le soit pour autant. Pour combattre cette distinction, j'ai besoin de revenir un instant sur les arguments que j'ai développés autre part et sur la théorie générale des plis. Le renversement des assises crétacées, si remarquablement réduites au Petit Canadau, renversement constaté et admis par M. Toucas, montre qu'il existe un pli synclinal couché dans le Crétacé. Ce n'est là une hypothèse que si on attache une idée spéciale au mode de formation d'un pli ; autrement c'est simplement expliquer d'une manière succincte que les assises crétacées se répètent deux fois, la première en ordre normal, la seconde en ordre renversé. Ce pli peut seulement être ouvert du côté du nord ou du côté du sud. Le même raisonnement s'applique au Trias qui forme un pli anticlinal couché dont la pointe peut être alors tournée vers le sud ou vers le nord. Avons-nous quelques indices pour choisir entre ces deux hypothèses ? Pour le Crétacé, je n'hésite pas à répondre affirmativement, tout en reconnaissant que ce n'est pas d'après des preuves matérielles, mais d'après des inductions dont on jugera la valeur. Ces inductions sont fondées sur la simple application du principe de continuité : un pli de cette importance ne peut cesser brusquement ; il doit se continuer vers l'ouest, où, en effet, après une courte interruption causée par la dénudation, nous retrouvons la reproduction des mêmes phénomènes ; (M. Toucas a vu les calcaires à Hippurites *sur* les couches à Turritelles et ceux qui ont pénétré dans la mine ont vu l'interversion de toute la série crétacée). Or, à Fontanieu, les travaux des mines nous montrent dans quel sens est tournée la concavité du pli : il est ouvert vers le nord. J'ajoute pour mémoire que j'applique sans hésiter le même raisonnement de continuité à la récurrence du Sénonien inférieur sous le télégraphe de la Cadière, et que là, si j'ai eu le tort de ne pas le montrer à la Société, j'ai vu avec M. Garance les calcaires à

Turritelles se coinçant entre deux bancs à *Ostrea acutirostris*. Là encore le pli est ouvert vers le nord.

Passons maintenant au pli anticlinal du Trias. Il suffit de faire sous une forme quelconque le schéma de deux plis successifs pour voir que si le pli synclinal est ouvert vers le nord, le pli anticlinal est fermé vers le sud ; que c'est vers le sud par conséquent qu'il faut chercher sa racine en profondeur. Mais, si évidente que cette conclusion doive sembler à tous ceux qui se sont occupés de plissements, je ne veux pas m'en prévaloir. Il me suffira de faire remarquer que le renversement des assises triasiques n'est pas borné au point où nous l'avons observé, mais qu'on suit les Marnes irisées au pied du Muschelkalk sur tout le pourtour de l'îlot, sauf à la pointe septentrionale, où le Muschelkalk lui-même disparaît. Ce n'est pourtant évidemment qu'au point où cesse le renversement, qu'on pourrait chercher « la racine » du pli. Je ne suis pas sûr, comme je l'ai dit, qu'il y ait un endroit où le Muschelkalk repose directement sur le Crétacé ; mais à coup sûr, si cet endroit existe, il correspond à un point où le Muschelkalk est réduit à une faible épaisseur ; et il faudrait admettre alors une sorte de renflement du pli au moment où il s'étale horizontalement.

Cette solution ne supprime pas d'ailleurs la difficulté que voit M. Toucas dans la grande épaisseur du Muschelkalk du centre de l'îlot, car ce Muschelkalk central ne peut en aucun cas correspondre à la racine du pli en profondeur, d'abord parce qu'il est presque horizontal, et ensuite parce que les Marnes irisées continuent incontestablement à s'étendre à ses pieds. D'ailleurs cette épaisseur inusitée dont M. Toucas tire argument est au contraire une nouvelle preuve en faveur de mon opinion : la puissance du Muschelkalk est là localement doublée parce que les bancs en sont repliés sur eux-mêmes.

Enfin, il faut remarquer que ce pli, qui aurait sa racine au sud, serait, aussi bien que celui dont j'admets l'existence, un pli d'une immense amplitude, avec déversement de plus de deux kilomètres, et ce pli serait si étroitement limité en direction qu'il s'arrêterait brusquement aux deux bords de l'îlot sans faire même sentir sa trace affaiblie dans le Crétacé voisin. Il faut alors supposer avant le dépôt du Crétacé une dénudation qui ait seulement respecté l'îlot, et j'ai longuement expliqué ailleurs comment une pareille hypothèse est en contradiction avec la géologie de toute la région.

Quant au dernier argument, tiré de la moindre altitude de certains points du vallon de Gavari où n'affleure pas le Crétacé, comparée à celle du gisement de Rouve, je suppose que M. Toucas

lui-même n'y attache pas grande importance. C'est le même argument qui avait un instant embarrassé M. Vasseur et qui l'a décidé à faire faire une fouille auprès du Petit Canadeau; nous avons vu qu'il avait fait ainsi la constatation intéressante d'un plongement brusque des calcaires à Hippurites les ramenant en profondeur bien au dessous du niveau où affleure le Trias. La surface de contact des deux formations est profondément ondulée, quoique restant dans son ensemble à une même altitude moyenne, et il n'y a aucune conclusion à tirer de la comparaison de deux cotes d'altitude, même voisines.

Je ne crois pas m'avancer beaucoup en assurant qu'il y a au fond des objections de M. Toucas une autre objection beaucoup plus grave, qu'il ne dit pas et que bien d'autres pourtant ont dû faire avec lui : *la théorie n'est pas vraie parce que la conséquence qu'on en tire est impossible; il n'est pas matériellement admissible qu'une masse de terrains chemine ainsi horizontalement à la surface, sans qu'on puisse invoquer même l'action de la pesanteur, et qu'elle puisse effectuer, sans se disloquer, un trajet de plusieurs kilomètres.* Cette objection, je me la suis faite moi-même pendant longtemps; et, si le fait était isolé, j'aurais peut-être eu de la peine à me décider entre la confiance que m'inspirait la critique impartiale d'un raisonnement irréfutable à mes yeux, et l'impression instinctive d'une impossibilité matérielle.

Mais, comme je l'ai dit, le cas du Beausset n'est pas isolé; sans parler des exemples analogues que nous allons voir en Provence, comment réfuter ceux qui sont tirés du bassin houiller franco-belge, où la part du raisonnement est pour ainsi dire nulle, et où toutes les constatations sont fondées sur des travaux de mines? Il n'y a pas place à plus d'incertitude pour les grands plis des Alpes dont on voit en tant de points se dérouler le dessin sur les parois abruptes des hautes montagnes. Le cheminement horizontal joue dans les grandes dislocations de l'écorce terrestre un rôle au moins comparable à celui des déplacements verticaux. C'est une vérité acquise et maintenant irréfutable, en dehors de l'application possible à tel ou tel point particulier, et j'ai la ferme confiance que la visite de la Société au Beausset augmentera le nombre de ceux qui accepteront cette nouvelle donnée de la mécanique terrestre.

Sur le plissement de la nappe de recouvrement du Beauisset

par M. M. Bertrand (1).

Dans la coupe si nette des assises crétacées renversées, que la Société a vue au Canadeau, nous avons remarqué, en face même de la maison, un relèvement brusque des sables turoniens et des calcaires à Hippurites auxquels ils sont superposés. A quelques pas de là, M. Vasseur nous a montré les traces de la fouille qu'il a fait faire pour s'expliquer la présence des calcaires à Hippurites à un niveau sensiblement plus élevé que celui des Marnes irisées visibles à la descente du col. M. Vasseur nous a expliqué qu'il avait constaté là un nouveau plongement brusque des calcaires crétacés, en sens inverse du précédent. L'ensemble de ces deux plongées et du petit méplat qui les sépare, constitue, en dehors de toute interprétation, ce qu'on est convenu d'appeler *un pli anticlinal* (fig. 6).

Quand j'ai fait la carte de la région, j'avais attribué ces inégalités à de simples tassements du substratum sous le poids de la masse superposée. J'ai plus tard proposé la même explication pour les inégalités plus grandes de la nappe de la Sainte-Beaume, où la disposition anticlinale du massif jurassique de la Lare (ou du Deffend), entre deux trainées de lambeaux jurassiques superposés au Crétacé, est tout à fait évidente. Je disais alors (2) : « On aurait donc là un exemple intéressant d'un anticlinal en quelque sorte secondaire, résultant du tassement de la chaîne et non de sa formation même. » Le but de cette note est de montrer, comme j'en avais d'ailleurs suggéré l'idée à propos du massif d'Allauch (3), qu'il s'agit bien dans ces différents cas d'un véritable plissement, que la *nappe de renversement du Beauisset a été plissée postérieurement* à son grand cheminement horizontal.

C'est encore une observation de M. Vasseur qui m'a mené indirectement à cette conclusion, qu'il y aura lieu sans doute de vérifier par des relevés précis à grande échelle, mais qui, dès maintenant, m'apparaît avec une grande certitude. M. Vasseur m'a dit avoir recueilli des fossiles de l'Infralias sur le sommet du coteau qui fait face, à l'ouest du Canadeau, à celui où la Société a vu la superpo-

(1) Cette note n'a pas été communiquée à la Société pendant la session; l'impression à cette place en a été autorisée par le Conseil.

(2) Chaîne de la Sainte-Beaume. *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVI, p. 764.

(3) *C. R. Ac. Sc.*, 26 Oct. 1888.

sition du Muschelkalk aux Marnes irisées. Sur la carte géologique, ce coteau a été marqué tout entier en Muschelkalk, avec des Marnes irisées à la base. Ces deux termes se voient, en effet, dans un ordre de superposition inversé, sur le chemin forestier qui part de la maison et contourne horizontalement le coteau. Mais, en réalité, le Muschelkalk ne monte pas jusqu'au sommet.

Je suis retourné, avant la session, sur les indications de M. Vasseur, visiter ce coteau (c'est celui au pied duquel la Société a passé en se rendant à la Mame). La question me semblait en effet avoir une certaine importance : ce coteau fait face symétriquement à celui qui domine à l'est le Canadeau ; il est, comme lui, sur le bord de l'îlot triasique, au contact des mêmes assises crétacées. Il paraissait donc étrange qu'il n'eût pas la même composition.

C'est ce qui a lieu cependant. C'est bien l'Infralias qui est au sommet, au-dessus du Muschelkalk de la base. Mais cet Infralias n'est pas superposé au Muschelkalk. Du côté de la Mame d'abord il est nettement superposé aux dolomies de l'Infralias supérieur ; puis sur le versant nord-est, on le voit plonger, avec une pente très forte, sous une mince bande de Marnes irisées, qui s'enfonce elle-même sous le Muschelkalk du chemin. La coupe N.-O. du coteau, prise de

Fig. 13.

Fig. 13

Coupes du coteau de la Mame à l'Ouest du Canadeau

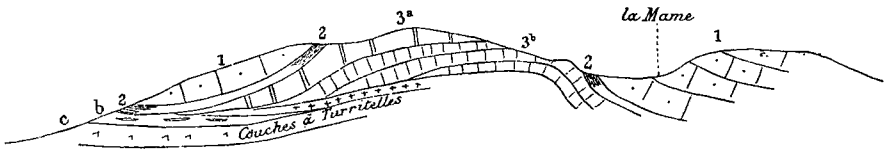
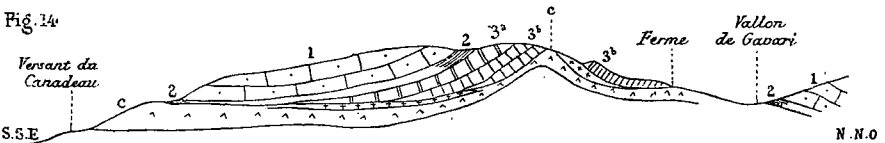


Fig. 14.

Fig. 14a



1. Muschelkalk. 2. Marnes irisées. 3^a Couches à *Avicula contorta*. 3^b Dolomies infraliasiques
 b Couches à *Ostrea acutirostris*. c Couches à *turritelles*. d Calcaires à *Hippurites*.

la Mame à l'ouest du Canadeau, est donc la suivante : (fig. 13). Elle montre encore bien nettement une disposition en forme de pli anticlinal des assises triasiques renversées.

Il devient dès lors tout naturel de voir, au centre du pli anticlinal, sur le sentier de la Mame, apparaître le Crétacé. On se rappelle

que nous avons trouvé en effet sur ce sentier les couches crétacées très inclinées, le banc à Turritelles plongeant au nord sous les calcaires à Hippurites. Je n'ai pas observé la retombée inverse de ces couches vers le sud ; mais elle résulte nécessairement des pendages constatés dans le Trias. De plus, les couches à Turritelles se voient encore, près du ruisseau de Gavari, sous une petite ferme qui est à dix mètres environ en contrebas du chemin, et elles sont bordées au sud par un gros banc de dolomies jurassiques, qui forment une petite crête et se relie aux dolomies infraliasiques du versant occidental. Il y a donc une sorte de symétrie de part et d'autre de l'affleurement crétacé, et la coupe (fig. 14), prise à l'ouest de la précédente, met bien en évidence l'existence d'un pli anticlinal, dont le noyau est constitué par les couches crétacées, et les deux retombées par les couches infraliasiques et triasiques.

Or, ce pli anticlinal n'est pas le même que celui que nous avons observé au Canadeau. J'avais d'abord pensé à un décrochement transversal ; mais je suis arrivé, par quelques observations nouvelles qui seront à compléter et par l'étude de mes notes, à suivre vers l'est la trace des deux plis, ainsi que celle du synclinal qui les sépare. Ce synclinal, en effet, peut seul expliquer un petit îlot de Muschelkalk qu'on trouve près des gros bancs de l'Infralias (sans doute avec un peu de Marnes irisées interposées) vers l'amont du ruisseau de Gavari. L'anticlinal du Canadeau va passer à la Grenadière, où il fait apparaître les Marnes irisées (renversées) au milieu du Muschelkalk et relève la cote de la surface de contact du Trias et du Crétacé. L'anticlinal de la Mame va passer au sommet de l'îlot (point 412), dont il explique la surélévation. Je crois enfin, mais sans pouvoir en donner la preuve, à l'existence d'un dernier petit pli synclinal plus au nord, dans le vallon du Rouve.

Une fois entré dans cette voie, on est amené à se demander si les pendages constatés près des bords de l'îlot, soit au Beausset même vers le Nord, soit dans l'Infralias de Font vive (voir le compte-rendu de la course du 29 septembre), ne seraient pas des amorces de plis nouveaux, au lieu d'être, comme nous l'avions supposé, un simple glissement sur les bords de la vallée. Une réponse affirmative me semble d'autant plus vraisemblable que je retrouve dans mes notes l'indication, à l'ouest de la colline 389, au-dessus de Sainte-Anne, d'un gisement d'*Avicula contorta*, où les bancs sont fortement inclinés vers le nord, en sens inverse de la pente constatée près de là, à Font vive, dans les mêmes bancs.

Il existe donc dans la nappe triasique au moins trois et peut-être

quatre plis anticlinaux, la plupart avec des retombées très brusques et très fortement inclinées, *s'orientant parallèlement à la chaîne du Gros Cerveau*, c'est-à-dire à une ligne directrice du grand pli couché. De plus, et sans vouloir ici trop longuement insister, on voit très bien, une fois ces plis tracés, s'accuser, d'après les cotes comparées des affleurements, des ondulations perpendiculaires, l'une, anticlinale, passant par le sommet du plateau et par celui du Vieux Beausset, la seconde, synclinale, suivant en partie le ravin de Gavari, et la troisième sur le bord ouest de l'îlot. La vallée du Grand Vallat représente très nettement, d'après les pentes des couches sénoniennes, une seconde ondulation synclinale plus accusée.

Ainsi le plateau triasique du Beausset présenterait, comme M. Hébert l'a montré pour le bassin de Paris, une série de plis longitudinaux croisés par des ondulations perpendiculaires; et, comme dans le bassin de Paris, les plis longitudinaux sont beaucoup plus accusés et beaucoup plus brusques que les plis transversaux. Il est difficile de se figurer que ces plis aient existé avant le charriage du Trias et qu'ils aient été moulés par la nappe de recouvrement. Il faut donc en conclure que cette nappe a été, comme je l'ai annoncé, plissée postérieurement au phénomène de chevauchement.

Cette conclusion explique d'une manière satisfaisante une des invraisemblances apparentes de la coupe de la région. On se demande avec étonnement, quand on regarde cette coupe, et presque avec effroi quand on est sur les lieux, comment la nappe triasique a pu passer par dessus le sommet du Gros Cerveau pour venir s'abattre sur le bassin du Beausset. Puisqu'il il y a eu des plis postérieurs, précisément parallèles au pli secondaire qui forme le sommet du Gros Cerveau, la difficulté disparaît. Ce pli du Gros Cerveau s'est, comme ceux de l'îlot, formé, ou du moins accentué postérieurement au passage de la nappe. L'ondulation transversale du Grand Vallat explique en même temps, et l'abaissement du sol, et la disparition des dolomies jurassiques au passage de la route de Bandol.

Si l'on passe maintenant à l'examen de la coupe de Fontanieu, donnée dans le compte-rendu de la journée du 30 septembre, on voit s'y dessiner bien nettement, dans la position actuelle de la nappe triasique, un grand pli synclinal (précisément au-dessus du thalweg du vallon), avec indication non moins bien marquée de plis anticlinaux secondaires au nord et au sud.

Ces trois plis continuent très probablement ceux du Sud de l'îlot du Beausset, peut-être même aussi celui dont nous avons vu la

naissance dans le Cénomanien au sud de Ste-Anne. Un raccordement plus précis sera peut-être possible par l'étude minutieuse des affleurements sénoniens qui forment l'intervalle. Enfin je ne doute pas qu'on ne puisse retrouver la continuation des mêmes plis au pied du Télégraphe de la Cadière, mais je n'ai pas actuellement en main de documents assez précis pour le tenter.

J'en ai dit assez pour montrer que l'accidentation actuelle de la nappe triasique ne peut être attribuée à de simples tassements. Il y a certainement eu formation de plis, et, autant qu'il peut sembler, dans des conditions très simples, *reproduisant le dessin des plis antérieurs*. C'est une nouvelle étude à poursuivre, qui demande des recherches d'autant plus précises que les plis dont il s'agit sont moins accentués; c'est une recherche du genre de celle que M. Hébert et après lui M. Dollfus ont menée à bien dans le bassin de Paris. Elle devra se compléter par l'étude (plus difficile à cause des repères moins nombreux) des ondulations des terrains oligocènes de la région, et nous pourrons ainsi arriver à nous faire une idée précise des mouvements subis par le sol de la Provence depuis la formation des grands plis couchés.

M. PERON fait la communication suivante :

Note sur le gisement de Rouve

et sur l'âge des couches crétacées supérieures du Beausset,

par M. Peron.

Notre confrère M. Toucas vient d'aborder la discussion sur la question soulevée par M. de Grossouvre au sujet de la classification de la Craie supérieure du Beausset et sur la nécessité de la rattacher à l'étage santonien plutôt qu'au Campanien.

C'est, je crois, avec raison que M. Toucas maintient le parallélisme de cette craie marine supérieure avec la Craie à Bélemnites, comme je l'avais moi-même proposé, le premier, en 1877.

Des motifs sérieux m'ont paru militer en faveur de ce parallélisme et mon savant ami a su en faire valoir qui paraissent concluants.

Cependant, comme je n'ai dans ces questions aucun parti pris, je dois déclarer que plusieurs des arguments invoqués pour justifier l'âge campanien de cette craie du Beausset me paraissent devoir être abandonnés.

Tout d'abord, en ce qui concerne l'*Ammonites syrtalis*, dont l'existence à Rouve et ailleurs fournit à M. de Grossouvre son principal argument, je pense que c'est à tort que M. Toucas révoque en doute son véritable gisement dans la série du Beausset. Les exemplaires que possède notre confrère proviennent de Fontanieu, mais plutôt, dit-il, des calcaires à Hippurites que des zones marneuses supérieures. Quant au gisement de Rouve, où ont été recueillis les deux spécimens que nous possédons, M. Zürcher et moi, M. Toucas pense qu'il est mal déterminé stratigraphiquement, que la succession des faunes n'y peut être établie avec précision et que ces faunes y sont mélangées.

Je tenais beaucoup, en raison de l'opinion que j'ai soutenue, à m'éclairer complètement sur ce gisement de Rouve. Aussi, renonçant à suivre hier nos confrères au Vieux-Beausset, j'ai consacré toute l'après-midi à l'étude des couches de Rouve et à la recherche des fossiles.

Ces recherches ont été assez fructueuses pour que j'aie pu asseoir ma conviction. Les fossiles sont abondants et même relativement bien conservés dans les marnes de Rouve. En outre, la série partielle des couches observables, pour être incomplète et dans une situation exceptionnelle, n'en est pas moins suffisante pour qu'on puisse en reconnaître bien nettement la place dans la série générale de la région.

Je dois dire qu'hier je n'ai pas rencontré l'*A. syrtalis* à Rouve et je ne crois pas qu'aucun de nos confrères l'y ait rencontré. Néanmoins, je suis actuellement convaincu que l'échantillon que je possède (1), en provient bien réellement, ainsi qu'il m'a été assuré jadis par M. Michalet qui l'a trouvé. Cette conviction résulte de l'examen de la série des autres fossiles de Rouve qui m'ont été donnés avec l'*A. syrtalis*, et que j'ai tous retrouvés hier et aussi de l'examen de la gangue très caractéristique des échantillons.

Ma conviction d'ailleurs a été corroborée par la découverte qu'a faite aujourd'hui l'un de nos confrères d'un bon fragment d'*A. syrtalis* au-dessous du télégraphe de la Cadière, dans un gisement fort analogue à celui de Rouve et qui appartient manifestement au même horizon. L'*Ammonites syrtalis* fait donc bien partie de la

(1) Il est utile de faire observer ici que ces Ammonites de Rouve appartiennent au type *A. Ribouri* d'Orb., et non au type *A. polyopsis* Dug. (*A. syrtalis*). M. de Grossouvre, à la vérité, réunit ces divers types en une seule espèce et je ne fais aucune opposition à cette réunion; mais enfin la distinction des *A. Ribouri* et *A. syrtalis* semble avoir au moins autant de raison d'être que celle de *A. Coupei* et *A. varians*, par exemple, et d'un grand nombre d'espèces ainsi admises.

faune des calcaires marneux de Rouve et ces calcaires sont incontestablement identiques à ceux de Fontanieu et du Castellet et supérieurs aux bancs à *Hippurites galloprovincialis*.

Il n'est pas inutile, pour établir cette identité, d'énumérer ici les espèces que je possède actuellement du seul gisement de Rouve :

- Ammonites syrtalis* (var. *A. Ribouri*),
Turritella sexcincta,
Nerinea bisulcata,
Phasianella sp. (espèce qui se retrouve au Castellet),
Pterocera Toucasi,
Cardium galloprovinciale,
Crassatella macrodonta,
Lucina numismalis,
Cypricardia cf. *galiciana* Favre,
Isocardia cf. *planidorsata* Zittel,
Apricardia Toucasi,
Spherulites Coquandi,
— *sinuatus*,
Biradiolites fissicostatus,
Radiolites sp. (identique à l'espèce commune aux Martigues),
Monopleura marticensis,
Mytilus divaricatus,
Pholadomya elliptica,
Lima marticensis d'Orb. (*L. ovata* d'Orb, non Nilss.).
— *Toucasi*,
— *semisulcata*,
— *decussata*,
Janira quadricostata (var. *minor*),
— *Mortoni* d'Orb.,
Chalmasia turonensis Duj. (*sub Vulsella*),
Ostrea Matheroni d'Orb (type et var. *cadierensis*),
— *sempi plana*,
— *Costei*,
Terebratulina Nanclasi Coq.,
Hemiaster cadierensis,
Cyphosoma, sp.
Diploctenium Matheroni.

Si l'on veut bien jeter les yeux sur cette faune, on reconnaîtra immédiatement que, tout incomplète qu'elle est, elle suffit largement pour établir la parfaite identité des calcaires marneux de Rouve avec ceux de Fontanieu et du Castellet. Toutes les espèces,

en effet, que je viens d'énumérer, se retrouvent dans ces localités et cette similitude des faunes est corroborée par celle des caractères lithologiques et par la situation stratigraphique.

Au point de vue de la discussion générale, on peut donc confondre ce petit gisement de Rouve avec ceux mieux connus du Castellet et de Fontanieu. On peut même étendre cette identification aux couches du Plan d'Aups et aux calcaires marneux des Martigues qui ont fourni bon nombre d'espèces non trouvées jusqu'ici dans les environs du Beausset. Enfin, il n'y a aucun inconvénient, au point de vue qui nous occupe, à réunir dans un seul groupe ces assises successives que nous appelons Marnes grises du Moutin, Calcaires marneux à *Lima ovata*, Bancs à *Ostrea acutirostris*. On arrive ainsi, en réunissant les faunes connues de ces trois zones et de ces diverses localités, à dresser une liste énorme de fossiles de la craie supérieure marine de Provence.

En présence de documents aussi considérables, il semble que la question de l'âge relatif de cette craie devrait être facilement résolue. Cependant il n'en est pas tout à fait ainsi.

Je ne veux pas reproduire ici les longues listes déjà publiées. Sans doute je pourrais y ajouter bien des documents non encore cités, comme *Ostrea dichotoma* Bayle, *O. Arnaudi* Coq. (= *O. Costei*), *O. gracilis* Duj., *Cidaris bausssetensis* Cot., *Circopeltis Peroni*, etc., mais l'énumération de ces fossiles, en partie spéciaux à la région, ne ferait qu'allonger la liste sans faire avancer la question.

Pour dresser d'ailleurs une liste pouvant donner une base sûre à des vues de synchronisation, je crois qu'il serait utile de procéder à une révision sévère de cette faune. Bien souvent, dans les discussions, les divergences de vues stratigraphiques proviennent de différences dans la manière d'interpréter les fossiles. Or, depuis longtemps, j'ai constaté que dans la craie supérieure de Provence bien des espèces, et notamment les plus fréquentes et les plus importantes, semblaient mal dénommées et donnaient lieu à des critiques sérieuses.

Déjà M. Collot, dans son *Etude sur le Terrain crétacé de la Basse-Provence* (1), a opéré quelques rectifications; mais, à mon avis, elles sont encore insuffisantes et une révision plus radicale est nécessaire.

Sans avoir la prétention d'entreprendre ici ce gros travail, je veux cependant indiquer quelques rectifications essentielles à faire dans les déterminations des principales espèces. C'est là pour moi

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 99.

un véritable devoir, car ces rectifications sont beaucoup plus favorables à la manière de voir de M. de Grossouvre qu'à la mienne propre et elles m'amènent à me mettre sur quelques points en contradiction avec mon ami M. Toucas.

Tout d'abord je dois faire remarquer que les trois fossiles qui, en raison de leur abondance, ont donné leur nom aux trois zones principales de la craie supérieure du Midi, savoir : Marnes grises à *Ostrea Matheroni*, calcaires marneux à *Lima ovata* et marnes à *Ostrea acutirostris* sont, à mon avis, improprement dénommés.

Ces déterminations, il est vrai, s'appuient sur la grande autorité de d'Orbigny, mais, pas plus qu'un autre, notre grand paléontologue n'a été à l'abri des erreurs.

En ce qui concerne d'abord la petite huitre gryphoïde si abondante dans les marnes du Moutin, aux Martigues, etc., la question est déjà résolue. Ce n'est pas à l'*Ostrea Matheroni* qu'il faut l'assimiler, mais bien à l'*Ostrea plicifera* Dujardin (= *O. spinosa* Matheron). Depuis longtemps Coquand a fait cette rectification et a montré que d'Orbigny avait à tort réuni cette espèce à l'*O. Matheroni*. On peut trouver dans la monographie des *Ostrea* (1) du terrain crétacé, l'indication des caractères qui motivent la distinction. Cette distinction a été admise également par MM. Hébert et Munier-Chalmas. J'ai moi-même traité cette question dans mes Fossiles de Tunisie (p. 173), je n'y insisterai pas. Du reste, M. Collot a déjà, avec raison, repris pour l'huitre des Martigues, le nom d'*Ostrea plicifera* (1) et je ne pense pas que ce changement de nom rencontre aucune opposition.

Ce changement toutefois n'est pas une simple question de taxonomie; il a son importance au point de vue stratigraphique. L'*O. plicifera* est, non-seulement en Touraine, mais dans tout le Sud-Ouest, extrêmement abondant dans la craie sénonienne inférieure, tandis qu'il est relativement rare dans la craie supérieure. Or, c'est le contraire qui a lieu pour l'*O. Matheroni*. C'est à peine si, dans le Santonien de la Touraine, j'ai rencontré quelques spécimens qui peuvent réellement être assimilés au type si répandu dans la craie supérieure de l'Aquitaine.

Ce même type cependant d'*Ostrea Matheroni* existe aussi dans la Provence; mais c'est dans les calcaires marneux à *Lima ovata* qu'on le trouve et non dans les marnes du Moutin. Il est même assez fréquent à Rouve où j'en ai recueilli quelques exemplaires bien typiques.

(1) Loc. cit., p. 80.

En ce qui concerne *Lima ovata*, la question est plus difficile à résoudre. Le fossile de la Provence, désigné sous ce nom, a été primitivement décrit par M. Matheron sous le nom de *L. marticensis*. C'est d'Orbigny qui, le premier, a réuni ce *L. marticensis* au *L. ovata* Rømer. Le prototype de cette dernière espèce, qui provient de la craie supérieure du Nord de l'Europe, est le *Plagiostoma ovatum* Nilsson. Or, si nous nous reportons à ce dernier type, nous remarquons que, si la description très courte peut à la rigueur s'appliquer à nos *Lima* de la Provence, il n'en est pas de même de la figure unique donnée par Nilsson, laquelle représente un fossile de taille bien plus petite, à côtes moins nombreuses et plus fortes, etc.

M. Zittel, dont l'avis est à prendre en sérieuse considération, et qui a pu étudier de bons exemplaires des Martigues que M. Matheron lui a envoyés, n'a pas hésité à déclarer que d'Orbigny, en assimilant *L. marticensis* à *L. ovata* Rømer, avait commis une erreur manifeste (1). En conséquence, le savant bavarois a repris, pour le fossile de la Provence et pour son similaire de la craie à Hippurites de Gosau, le nom de *L. marticensis*.

Il serait sage pour nous d'agir de même et de renoncer à nous appuyer sur une assimilation au moins aussi douteuse avec l'espèce de la craie du Nord de l'Europe pour en déduire l'âge de notre craie de Provence.

La question étant ainsi résolue en ce qui concerne le type de *Lima ovata*, il nous reste à comparer notre *Lima marticensis* avec ce *Lima* de la Touraine auquel on a attribué, également à tort, le nom de *Lima ovata*.

Notre confrère, M. Toucas, paraît douter de la présence du *L. marticensis* (= *L. ovata* d'Orb.) en Touraine parce qu'il ne l'a rencontré ni à Sainte-Paterne, ni à la Ribochère et il conclut qu'il doit y être au moins fort rare. Il y est rare, en effet, mais enfin il y existe. Je l'ai rencontré moi-même à Sainte-Paterne et M. le Mesle également. L'abbé Bourgeois l'a cité, ainsi que d'Orbigny et Guillier. Mes exemplaires sont en bon état et leur identité avec ceux du Castellet et des Martigues ne fait l'objet d'aucun doute. Cette identité en outre doit être étendue aux exemplaires de Sougraigne et également à ceux recueillis par M. Arnaud dans le Provencien et le Coniacien des Charentes. Notre obligeant confrère a bien voulu m'en communiquer deux individus, et quoique l'état de conservation de ces exemplaires, qui semblent d'ailleurs rares, laisse à désirer,

(1) Biv. Gosau, p. 27.

leur identité spécifique avec le *Lima marticensis* me paraît bien établie.

Une grande partie des observations critiques que nous venons de formuler à propos du *Lima ovata* peuvent être reproduites pour l'*Ostrea acutirostris*. C'est encore là un fossile de la craie de Provence, décrit primitivement par M. Matheron sous le nom d'*O. galloprovincialis*, que d'Orbigny a réuni à tort à un fossile de la craie du Nord de l'Europe, l'*Ostrea acutirostris* Nilsson.

J'ai déjà dit, d'autre part (1), ce que je pensais de cette assimilation. J'ai cru devoir le rappeler lors de la séance que nous avons tenue à Marseille, mais notre confrère, M. Toucas, n'ayant pas admis ma manière de voir à ce sujet, il est nécessaire d'y insister un peu et de faire connaître les motifs sérieux sur lesquels j'appuie ma conviction.

D'Orbigny qui, comme je viens de le dire, a réuni l'huître de Provence à l'*O. acutirostris* Nilss., ne mentionne en France cette dernière espèce que dans la Provence. C'est évidemment un individu de cette région qu'il a pris pour type et qu'il a figuré et, dans sa description, il ne rappelle en aucune façon les caractères attribués par Nilsson à son *O. acutirostris*. Au contraire, il considère (2), et c'est là ce qui est singulier, l'absence de plis rayonnants comme un des caractères de l'espèce, tandis que Nilsson indique très nettement l'existence, dans l'*O. acutirostris*, de côtes ou plis radiants qui garnissent la grande valve (3). Cette ornementation ne ressort pas dans les figures données par Nilsson, car ces figures ne représentent qu'une valve supérieure et la face interne d'une grande valve, mais elle existe toujours d'une façon très appréciable dans les exemplaires de la craie danienne.

Goldfuss a figuré, sous ce même nom d'*O. acutirostris*, un exemplaire bien typique et, dans sa description aussi bien que sur la figure, on voit que la grande valve est pourvue de plusieurs plis rayonnants. J'ai pu moi-même recueillir à Fauquemont et à Maëstricht de bons spécimens d'*Ostrea acutirostris*, dont les caractères concordent bien avec ceux indiqués par Nilsson et par Goldfuss, et ces exemplaires sont incontestablement différents de l'*O. galloprovincialis*, non seulement par l'ornementation de la grande valve,

(1) Descrip. foss. de la Tunisie, p. 169.

(2) Paléontologie française, Lamell., p. 731.

(3) *O. testa obovata-oblonga. antice latiore, vix incurva, valva inferiore plicis radiantibus rugosis*,... Nilss, *Pol. succ.*, p. 31.

mais par la taille, par la forme plus étroite et plus renflée, par la minceur du test, par le crochet plus détaché, etc.

Il est donc évident pour moi que c'est à tort que ces deux espèces ont été assimilées et je ne puis m'expliquer comment Coquand, dans sa Monographie des *Ostrea*, n'a pas redressé cette erreur. Ce savant, en effet, qui a décrit à nouveau l'*Ostrea acutirostris*, spécifie formellement que sa description ne s'applique qu'aux individus de la Provence, les types de Nilsson et de Goldfuss ayant sur la valve inférieure des plis rugueux longitudinaux qui n'existent pas sur ceux de Provence.

La distinction étant ainsi faite entre l'*Ostrea galloprovincialis* et le véritable *O. acutirostris*, il nous reste à comparer notre huître de Provence avec celle signalée en Aquitaine, également sous le nom d'*Ostrea acutirostris*. Ici l'identité nous paraît complète. M. Arnaud, avec son obligeance habituelle, a bien voulu nous communiquer quelques exemplaires provenant du Santonien de Sarlat et de Villefranche de Belvès et nous ne pouvons que reconnaître que ces exemplaires sont de véritables *Ostrea galloprovincialis* et qu'ils ne peuvent, pas plus que ceux de Provence, être assimilés à l'*O. acutirostris* Nilsson.

Ainsi donc, voilà trois espèces, des plus importantes, ayant, avec leur détermination ancienne, une signification campanienne ou même danienne assez prononcée, qui, pour nous, doivent être remplacées par trois autres espèces dont la signification est très sensiblement différente.

Une observation analogue peut être faite encore pour d'autres fossiles, notamment pour *Janira substriatocostata*, qui, comme l'a fait remarquer avec raison M. Collot, ne semble pas exister en Provence, les individus attribués à cette espèce étant différents et appartenant au *J. Mortoni* d'Orbigny. D'autre part, je considère ce *J. Mortoni* comme étant vraisemblablement le même que *J. Dutemplei* d'Orbigny. En tous cas je possède, des Martigues aussi bien que du Castellet, des exemplaires de *Janira* que je ne puis séparer de cette dernière espèce.

C'est ainsi qu'après avoir fait le sacrifice de plusieurs espèces qui venaient à l'appui de notre manière de voir, nous pouvons en compensation en faire valoir quelques autres qui ne nous étaient pas connues autrefois. Tel est l'*Hemipneustes pyrenaicus* découvert par M. Toucas à Fontanieu; tel est le *Schizaster atavus* trouvé par M. Collot aux Martigues, etc.

En résumé, telle qu'elle est actuellement connue, la faune des

couches marines supérieures de Provence reste une faune qui, dans son ensemble, ne nous paraît avoir rien de bien concluant pour ou contre la classification que nous lui avons donnée.

Après quatorze nouvelles années de recherches activement poursuivies, je ne trouve presque rien à modifier à ce que je disais à ce sujet en 1877. « Est-il bien démontré que les couches du Castellet » et du Moutin représentent la craie de Villedieu et non un horizon » un peu plus élevé ? Je ne le crois pas. On est habitué à la vérité à » considérer cette craie du Beausset, des Martigues et du Plan » d'Aups, comme un des types de l'étage santonien, et cependant, » à l'examiner de près, la faune de cette craie pourrait tout aussi » bien être rapprochée de celle de la craie d'Aubeterre et de » Royan, c'est-à-dire de l'étage campanien. »

Jusqu'en 1877, en effet, la classification des couches du Castellet sur l'horizon de la craie de Touraine ne faisait l'objet d'aucun doute. Elle avait été adoptée par d'Orbigny, par Coquand, par Regulus Toucas et, dans son mémoire sur les environs du Beausset, notre confrère M. A. Toucas (1) déclarait les calcaires marneux du Castellet entièrement semblables à la craie de Villedieu.

Cette manière de voir était justifiée alors, non seulement par l'âge turonien que l'on imposait à toutes les assises inférieures aux calcaires marneux, mais par le faciès général de la faune de ces calcaires qui rappelle beaucoup plus celui de la craie de Touraine et de la craie des Charentes, que celui de la craie à Belemnites du bassin de Paris.

Dans ces calcaires marneux on ne rencontre en effet ni *Belemnitella mucronata* et *quadrata*, ni *Magas pumilus*, *Terebratula Heberti*, *Crania ignabergensis* ou *C. antiqua*, ni *Offaster pilula*, *Micraster glyphus*, etc., ni tous ces fossiles qui caractérisent la craie supérieure de Meudon, laquelle était autrefois la formation type avec laquelle le synchronisme n'était admis que s'il y avait identité dans la faune.

Coquand, le premier, s'est insurgé contre cette prétention, non pas à propos de la Provence, mais à propos des Charentes d'abord et à propos de l'Algérie, où le Campanien est représenté par des couches d'un caractère lithologique et paléontologique absolument différent de celui de la Craie à Belemnites. On ne saurait en effet exiger de dépôts formés dans des conditions aussi dissemblables qu'ils contiennent les mêmes organismes. La distribution des organismes suivant certaines règles et certaines conditions de

(1) Loc. cit., p. 48 et suiv.

milieu, est un fait actuellement si connu qu'il est inutile d'y insister.

Donc il serait antiscientifique de s'appuyer sur l'absence de certains fossiles de la craie supérieure du Nord pour nier l'âge campanien de notre craie supérieure de Provence.

En ce qui concerne la comparaison de nos couches avec celles de l'Aquitaine et avec celles de la Touraine, la question est très différente. Nous sommes ici en présence de dépôts similaires des deux côtés, c'est-à-dire de dépôts sublittoraux et d'un faciès analogue. Nous devons donc rencontrer des deux côtés, non seulement un ensemble paléontologique analogue, mais encore des formes fréquemment identiques. C'est ainsi qu'il en est, en effet, et nous reconnaissons que nos calcaires du Castellet et des Martigues renferment un bon nombre d'espèces de la craie de Villedieu et des assises inférieures de la craie des Charentes. La question importante, dans le cas qui nous occupe, c'est de savoir si ces espèces communes sont de celles qui caractérisent réellement ces assises inférieures et qui doivent prévaloir, ou si, au contraire, ce sont des espèces qui se prolongent dans plusieurs étages successifs ou même dans tout le Crétacé supérieur et qui, par conséquent, ne caractérisent pas plus un niveau qu'un autre.

Ici encore je pourrais reprendre intégralement ce que je disais en 1877 (1). La plupart des fossiles les plus abondants et les plus caractéristiques de la craie de Villedieu, comme *Spondylus truncatus*, *Ostrea proboscidea*, *Rhynchonella vespertilio*, *Terebratulina echinulata*, *Pyrina ovulum*, *Cidaris Jouanneti*, *Cyphosoma magnificum*, etc., ne se montrent pas dans les calcaires marneux du Castellet ou des Martigues. Au contraire, les espèces de la craie de Touraine qui s'y trouvent abondamment comme *Ostrea plicifera*, *O. semiplana*, *Janira quadricostata*, *Chalmasia turonensis*, *Echinobrissus minimus*, *Cidaris pseudopistillum*, *Salenia scutigera*, *Orthopsis miliaris*, etc., sont toutes des espèces qui persistent dans le Campanien ou même dans le Dordonien.

La faune des calcaires marneux, prise isolément, ne pourrait donc avoir par elle-même une signification santonienne qu'en raison des quelques fossiles exclusivement santonniens qu'elle renferme. Or ces fossiles sont en réalité bien rares. Même en tenant compte du bassin des Charentes, c'est à peine si nous trouvons trois ou quatre espèces communes aux deux régions qui ne sortent pas du Sénonien inférieur. Ces espèces au surplus ne sont même pas spéciales

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. V, p. 485.

à un seul horizon. Elles se prolongent plus ou moins à travers la série des assises. La plus importante d'entre elles, en raison des propriétés caractéristiques que l'on accorde de préférence aux Céphalopodes, l'*Ammonites syrtalis*, existe, comme l'a fait observer M. Toucas, depuis la Coniacien, jusqu'au Santonien le plus élevé (1).

Il en est de même de *Spherulites sinuatus* (2) qui existe dans plusieurs zones des Charentes et de la Provence, de *Codiopsis Arnaudi* (3), etc.

Ces variations de niveau montrent qu'il serait téméraire de proclamer que ces espèces n'ont pu subsister jusqu'à l'époque campanienne.

Tous les autres fossiles, qui ne sont pas spéciaux à la Provence, et j'en connais environ une quarantaine d'espèces, se retrouvent en nombreux individus dans la craie supérieure campanienne et danienne des Charentes.

Nous nous trouvons donc ici en présence de ce même fait qui se produit dans les Charentes, où les étages campanien et danien ont un grand nombre de fossiles communs avec les étages inférieurs, ce qui avait, dans l'origine, tant contribué à leur faire refuser un âge aussi récent. Cette analogie enfin est complétée par la présence aux Martigues ou au Beausset de plusieurs espèces exclusivement propres à la craie supérieure, comme l'*Hemipneustes* et le *Schizaster* que je viens de citer, qui établissent une sorte de contre-poids à celles purement santonniennes dont l'existence est reconnue.

Dans ces conditions il faut bien admettre que, comme nous l'avons dit, la faune des calcaires marneux, prise dans son ensemble, peut tout aussi bien être invoquée comme campanienne que comme santonienne et qu'elle est au moins neutre dans la question.

Mais d'autre part, dans cette question de synchronisme qui nous occupe, il est indispensable, pour aider à la solution, de tenir

(1) Arnaud, Mém. sur la Craie du S.-O. Il est utile de faire remarquer ici que l'*Ammonites syrtalis* est fort rare au Beausset et qu'il n'a encore été trouvé ni aux Martigues ni au Plan d'Aups.

(2) Je rappelle ici que j'ai recueilli à Rennes-les-Bains, dans les calcaires à *Micraster brevis*, deux bons exemplaires de *Spherulites sinuatus*. L'espèce se trouve donc là à un niveau bien inférieur à celui des calcaires marneux du Castellet.

(3) Le *Codiopsis Arnaudi*, dont M. Arnaud (*B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XII, p. 153), a fait ressortir l'âge provencien, se trouve, dans la Charente et dans la Dordogne, à deux niveaux différents. Dans la Provence, l'espèce est connue dans les marnes supérieures des Martigues, et d'autre part, j'en ai recueilli un très bel exemplaire au Moulin de la Cadière, au dessous des bancs à Hippurites. La détermination de cet exemplaire a été contrôlée par M. Cotteau.

compte de la faune des couches inférieures et supérieures à celles de ces calcaires marneux de la Provence.

Dans la Touraine, les étages coniacien et santonien réunis sont représentés par une dizaine de mètres de calcaires sableux et glauconieux et de calcaire dur au-dessous desquels on tombe immédiatement dans l'étage turonien proprement dit.

En Provence, au contraire, au-dessous des calcaires du Castellet, avant d'atteindre ce même étage turonien, on est obligé de traverser plusieurs centaines de mètres de sédiments variés et de nombreuses faunes successives de mollusques et d'échinides entremêlées de bancs de rudistes et de zoophytes.

Or, ces faunes, inférieures à celles du Castellet, ne sont nullement turoniennes. On n'y rencontre aucune des espèces des marnes sableuses à *Terebratulina Bourgeoisii*, ni du tuffeau à Ammonites de Bourré ou de Poncé. Toutes les espèces y sont déjà purement sénoniennes et c'est là surtout qu'on retrouve les fossiles les plus abondants et les plus caractéristiques du Santonien de la Touraine.

En groupant les espèces recueillies dans la zone à *Micraster brevis* et les zones voisines, on arrive à constituer l'ensemble ci-après qui est, à mon sens, beaucoup plus caractéristique du Santonien que ne l'est la faune du Castellet dont nous avons parlé plus haut (1).

- Ammonites texanus*,
Inoceramus digitatus,
Lima ornata,
 — *Ligeris*,
Pecten Dujardini,
Janira quadricostata (2),
Spondylus spinosus,
Spherulites sinuatus,
Ostrea proboscidea,
 — *laciniata*,
 — *Costei*,
 — *frons*,
 — *santonensis*,
Micraster brevis,

(1) Nous ne mentionnons, bien entendu, dans cette liste, que les espèces qui existent également dans les autres bassins et dont la position stratigraphique est bien connue.

(2) La variété de *Janira quadricostata* qui existe ici est la variété de grande taille comme dans la Touraine et non plus la petite, si abondante dans les couches supérieures des Charentes et que nous avons retrouvée au Castellet et aux Martigues.

Echinocorys vulgaris,
Cidaris subvesiculosa,
 — *clavigera*,
Cidaris Jouanneti,
 — *sceptrifera*,
Cyphosoma magnificum,
Orthopsis miliaris,
Bourgueticrinus ellipticus,
Porosphaera globosa.

Enfin, il y a lieu de faire remarquer qu'au-dessous de cette faune, déjà si nettement santonienne, il en existe encore une autre, supérieure aux premiers bancs à Hippurites et qui doit être encore rapportée au Sénonien et plus particulièrement sans doute au Coniacien.

Si donc on ne veut voir dans la faune du Castellet, si supérieure à ces dernières faunes, qu'une dépendance de l'étage santonien, on est obligé d'admettre qu'en Provence cet étage se dédouble ou plutôt se dilate d'une façon extraordinaire.

Cette manière de voir, qui consiste à considérer toute la craie à Hippurites de Provence, supérieure à l'Angoumien, comme ne correspondant qu'à la craie de Villedieu, n'est en réalité pas nouvelle. C'est celle que professait Reynès qui, dans son *Mémoire sur l'étage dans la formation crétacée* (1), annonçait que les étages provencien, coniacien et santonien du Midi, ne formaient réellement qu'un seul étage et qu'ils étaient tous synchroniques de la Craie de Villedieu.

C'est également la manière de voir à laquelle s'était rallié Coquand qui, en réponse à mon mémoire sur Rennes-les-Bains, disait (2) : « Si les idées de M. Peron prévalent, mon étage santonien » se trouvera allongé de quatre zones nouvelles...., etc. »

La classification proposée par M. de Grossouvre est donc, comme on le voit, celle de deux géologues dont l'opinion est à prendre en considération. Cette classification, au surplus, est, en ce qui concerne le parallélisme avec le bassin de Paris, exactement celle que j'avais indiquée, en 1880 (3), comme donnant à peu près satisfaction à mes idées. Je suis donc bien loin d'y être systématiquement hostile et pour l'adopter je n'aurais à faire le sacrifice d'aucune de mes idées essentielles.

(1) *Bull. Soc. émul. Provence*, t. III, p. 183.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. VI, p. 334.

(3) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. VIII, p. 97.

Cependant, aujourd'hui, même après l'appui si important que l'autorité de M. de Grossouvre vient donner à la manière de voir de Coquand, je ne puis me décider à m'y ranger complètement.

Sans doute, il n'y a pas impossibilité absolue à ce que 350 mètres de sédiments de la Provence soient représentés dans la Touraine par 10 mètres seulement; mais quand je considère l'importance et la richesse extrême des faunes successives échelonnées dans ces 350 mètres de la Provence et dont quelques-unes n'existent nullement en Touraine; quand je considère que dans ce dernier pays, il n'y a ni lacune, ni interruption entre les calcaires spathiques, glauconieux ou sableux qui constituent pour M. de Grossouvre les étages santonien et coniacien réunis et qu'en fait ces dépôts sont similaires, comme faciès, à ceux de Provence et ont dû se former dans des conditions sensiblement analogues par rapport à la distance du rivage, à la profondeur de la mer, etc., je ne puis m'empêcher de trouver que l'équivalence est tout au moins très improbable entre ces deux séries si disproportionnées.

Pour mon compte, constatant qu'il y a entre la faune du Castellet et celle de la zone à *Micraster brevis* une différence d'âge énorme que je ne puis trouver entre les deux assises de la Touraine, je préfère adopter pour cette faune du Castellet un classement plus en rapport avec son âge relatif.

Il y a lieu maintenant d'examiner si l'étude des couches supérieures à celles du Castellet justifie notre manière de voir plutôt que celle de M. de Grossouvre.

En Provence, ces couches supérieures ne nous sont pas d'un grand secours. Elles passent, comme nous l'avons vu, à une formation d'eau saumâtre et d'eau douce et leur faune n'est plus, à aucun degré, comparable à celle des couches correspondantes marines des autres bassins. Nous avons placé à ce point le commencement de l'étage danien et je persiste à croire, malgré quelques avis contraires, que nous avons bien fait, car c'est là une limite commode et rationnelle; mais enfin il faut bien reconnaître que cette classification est arbitraire. Rien, en résumé, ne s'oppose absolument à la manière de voir de MM. Matheron, de Grossouvre et de Saporta qui font commencer le faciès saumâtre à une époque plus reculée que le commencement du Danien.

Mais, pour cette étude de l'âge relatif de nos couches crétacées supérieures du Midi de la France, nous avons d'autres ressources que l'examen des couches lacustres de la Provence. Si, en effet, nous suivons l'affleurement de ces couches à travers les Bouches-

du-Rhône, l'Aude, l'Ariège et la Haute-Garonne, nous voyons, en arrivant dans ces derniers départements, le faciès lacustre se restreindre de plus en plus pour faire place à des formations marines. En outre, les sédiments marins à faciès littoral, que nous avons vus au Beausset, disparaissent et sont remplacés par des sédiments plus fins, parfois subcraieux et siliceux, qui dénotent un grand changement dans les conditions bathymétriques des dépôts. Alors aussi disparaissent les bancs à rudistes et à coraux, tandis qu'apparaissent de nombreux mollusques et échinodermes qui existent dans la craie du Nord de l'Europe. Nous sommes donc, dès lors, en possession de moyens de comparaison entre les séries du Crétacé supérieur des deux bassins. D'autre part, une circonstance heureuse nous permet de relier la série de la Haute-Garonne à celle de l'Ariège, des Corbières et de la Provence. Si, en effet, les dépôts à Hippurites et à Polypiers de ces régions ont presque totalement disparu dans la Haute-Garonne, il en est resté néanmoins un précieux témoin.

Nous voulons parler de ce remarquable gisement de Paillon que nous avons décrit et où, au milieu de couches calcaires, dont la faune, avec ses *Ostrea larva*, *O. vesicularis*, *O. lateralis*, *Offaster pilula*, etc., est incontestablement celle de la craie à Belemnites du nord, se trouve un niveau renfermant de nombreux rudistes et une quantité considérable de mollusques et surtout de polypiers dont la presque totalité se retrouvent dans les bancs à rudistes supérieurs de l'Ariège, de l'Aude et de la Provence. Or, ce niveau coralligène, dont je ne prétends pas garantir l'exacte correspondance avec aucun de nos bancs à rudistes, mais qui, cependant, ne peut être que d'un âge très voisin de celui du banc de la Montagne des Cornes, du banc supérieur de l'Abbaye de Fontfroide et de notre grande barre de la Cadière, est surmonté à Paillon par une assise marneuse très peu épaisse, puis par la masse des calcaires nankins de Leymerie à *Nerita rugosa*, *Ostrea larva*, *Hemipneustes pyrenaicus*, *Echinocorys striata*, *Crania ignabergensis*, *Thecidea radiata*, etc., dont l'âge maëstrichtien est si bien établi maintenant qu'il est inutile d'y insister.

A moins donc d'admettre entre la couche coralligène de Paillon et le calcaire nankin une puissante lacune, ce à quoi s'oppose la parfaite continuité de la série et la persistance de nombreuses espèces dans les deux zones, il faut bien reconnaître que la couche de Paillon et la petite couche marneuse superposée ne peuvent être que campaniennes.

La difficulté qui résulte pour la classification de M. de Grossouvre de la situation de ce niveau à rudistes de Paillon par rapport au

Maëstrichtien, se trouve à la vérité tournée par ce fait que notre confrère, entraîné dans la voie du vieillissement de nos assises du Crétacé supérieur, a cru devoir vieillir le Maëstrichtien lui-même, ou plutôt le supprimer et le confondre avec la Craie de Meudon dont il ne serait que le faciès côtier (1).

Je suis en principe très partisan de cette distinction des faciès dans les formations crétacées et j'ai conscience d'avoir contribué largement à montrer combien elle est féconde en heureux résultats. Souvent j'ai eu l'occasion de m'entretenir de cet ordre de faits avec mon savant ami et confrère, et toujours nous nous sommes trouvés en parfaite communion d'idées. Néanmoins, sur le fait particulier du Maëstrichtien, je suis obligé de me séparer de lui et il me parait plus que probable qu'il en sera de même de tous les géologues du Limbourg et du Hainaut. On sait en effet qu'à Maëstricht, au-dessous du tuffeau exploité dans les immenses carrières de Saint-Pierre, on peut voir une assise de craie, épaisse de plus de 60 mètres, blanche, pure, veinée de nombreux lits de silex noirs, riche en *Belemnitella mucronata*, *Rhynchonella limbata*, *Magas pumilus*, *Terebratula carnea*, *Crania ignabergensis*, *Ostrea vesicularis*, etc., etc., que l'on considère avec raison comme l'équivalent exact de la craie de Meudon et d'Epernay. J'ai eu moi-même l'occasion d'étudier cette assise, au sud de Saint-Pierre de Maëstricht, dans la vallée de la Meuse, et je n'ai conservé aucun doute au sujet du classement de cette craie.

Dans le Hainaut, la situation est encore plus claire. Au-dessous du Tuffeau de Ciplly et du poudingue de la Malogne, qui représentent le Maëstrichtien, on trouve d'abord la Craie brune de Ciplly, si connue par ses nombreux fossiles, puis la Craie de Spienne à silex dont les fossiles sont ceux de la Craie blanche la plus élevée; la Craie de Nouvelles, craie très blanche, douce, avec *Magas pumilus*, *Micraster Brongniarti*, *Offaster pilula*, etc., etc., qui, par tous ses caractères, correspond exactement à la Craie de Meudon et d'Epernay.

Au-dessous encore de ces assises viennent : la Craie d'Obourg, où ne se montre plus le *Magas pumilus* mais où apparaissent *Belemnitella quadrata*, *Micraster glyphus*, *Echinocorys gibba* et *E. conoïdea*, etc., et qui correspond évidemment à ma zone supérieure à *Bel. quadrata* de Reims; puis la Craie de Saint-Vast, épaisse de 100 mètres, qui forme ma zone inférieure de la craie de Reims.

Toute cette masse d'assises a, dans ces régions, tous les caractères

(1) C. R. Ac. Sc., 16 Mars 1891.

tères de nos masses crayeuses du bassin de Paris, avec une puissance plus considérable encore. Il paraît donc impossible d'admettre que le Tuffeau de Cibly et de Maëstricht, qui lui est si nettement superposé, en soit le représentant synchronique avec faciès côtier. Pour moi c'est, au moins en grande partie, dans les immenses dépôts sableux d'Aix-la-Chapelle et dans le système hervien de M. Dumont, qu'il faut chercher ce faciès côtier de la craie à Bélemnites. Les nombreux fossiles qu'on recueille dans ces sables en sont une preuve suffisante.

Séance du 4 Octobre 1894, à Brignoles.

PRÉSIDENCE DE M. DEPÉRET.

M. Depéret remercie M. le Maire de Brignoles et M. le supérieur du petit séminaire de l'accueil fait et de l'hospitalité offerte aux membres de la Société géologique.

M. l'abbé ALMEIRA présente la carte géologique des environs de Barcelone.

M. ZÜRCHER veut bien faire, à la place de M. Bertrand, empêché par une extinction de voix; le compte-rendu de la course du 2 octobre, à la Baralière, à Turben et à Broussan.

*Compte-rendu de l'Excursion du 2 Octobre, à la Baralière,
à Turben et à Broussan,*

par M. M. Bertrand.

La course du 2 octobre avait pour but de nous reposer de l'étude des plissements, et de nous montrer la Provence sous un nouvel aspect; celui des grands plateaux rocaillieux et dénudés, à couches à peu près horizontales. Elle devait nous montrer aussi les rapides variations des couches, surtout de celles qui sont comprises entre l'Urgonien et le Turonien. A la masse énorme de calcaires marneux et siliceux qui, sur la route de Bandol et sur tout le bord méridional du bassin, sépare ces deux étages, nous allons voir se substituer sur le bord

méridional quelques dizaines de mètres de couches cénomaniennes d'un tout autre aspect. La séparation est si complète qu'au Revest, près de Toulon, où le bassin rétréci ne comprend plus pour le Crétacé supérieur qu'un pli synclinal couché, d'un kilomètre à peine de largeur, le bord septentrional ne montre entre l'Urgonien et le Turonien qu'un Cénomaniens à faciès littoral (Ostracées et couches saumâtres), avec un mince lit de bauxite à la base, tandis que le bord méridional, malgré son rapprochement, offre encore la série complète de l'Aptien marneux et du Cénomaniens à silex (1).

La journée a été contrariée par le mauvais temps, qui a gêné une partie des observations.

Nous sommes partis à 6 heures du matin, et le long du chemin de la Baralière nous avons observé, par suite du relèvement progressif des bancs, les couches à *Micraster Matheroni* (avec une magnifique empreinte d'*Inoceramus digitatus*), les couches à *Micraster brevis*, plus gréseuses, toutes deux avec un énorme développement, et nous sommes entrés dans les calcaires à Hippurites, également très épais, formant ce qu'on appelle la barre angoumoisine. Nous nous élevons d'abord, en suivant à peu près la pente des bancs, sur ces calcaires durs et compacts, bien lités et peu fossilifères. Nous ne traversons ainsi, dans les trois premiers quarts d'heure, qu'une épaisseur de couches insignifiante, si bien que les premiers bancs fossilifères rencontrés sont encore situés vers le sommet de la série; on y rencontre de nombreuses Nérinées et de grosses Hippurites voisines de *H. giganteus*. Un banc voisin montre au contraire de nombreux individus formant bouquets et appartenant au groupe de *H. organisans*. Puis, arrivés au plateau, la pente des bancs nous fait couper plus rapidement le reste de la série, remarquablement monotone, sans aucune intercalation de bancs marneux ou gréseux, et puissante certainement de plus de 200 mètres.

Nous arrivons en vue de la ferme de la Baralière, et nous passons sur les calcaires marneux, épais d'une dizaine de mètres, qui représentent, avec *Periaster Verneuli* et *Pterodonta inflata*, le sous-étage ligérien si développé à la Bédoule. M. Toucas fait remarquer qu'un peu plus au nord, quelques mètres de sables blancs quartzeux s'intercalent à ce niveau; nous avons déjà observé, au début de la course, des lits de sables grossiers intercalés dans les couches à *Micraster brevis*; ce sont des indices de rapprochement du rivage intéressants à noter.

Le Cénomaniens, sur lequel repose la ferme, est formé en haut

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 670.

d'une trentaine de mètres de calcaires bien lités à Caprines, divisés en deux barres étagées par une zone marneuse à *Heterodiadema lybicum* ; ces calcaires reposent sur des couches marneuses, qui déterminent un talus éboulé, haut de 20 mètres environ, se détachant de loin au pied de la falaise des calcaires à Caprines. Dans ce talus, les huîtres forment lumachelle à plusieurs niveaux ; on peut ramasser, presque à poignées, en exemplaires bien conservés et montrant souvent les deux valves, les *Ostrea columba*, *O. flabellata*, *O. biauriculata* et *O. Tisnei*. Un banc saumâtre, et un banc à nombreux petits Polypiers, *Cyclolites*, *Cyclopteris*, s'intercalent près de la base. Cette série repose directement, sans intermédiaire d'Aptien ni de Gault, sur l'Urgonien corrodé et présentant souvent une surface ferrugineuse. M. Toucas a donné la coupe de ce Cénomanién à laquelle je renvoie ; je rappelle seulement qu'on a trouvé plusieurs fragments de *Ceratites Vibrayei*. M. Zürcher nous a de plus signalé la présence de l'*Hemiaster Toucasi* d'Orb., très voisin de l'*Hemiaster batnensis*, d'Algérie.

Entre la Baralière et Turben, le sentier reste constamment sur le talus marneux du Cénomanién. J'avais prévenu mes confrères, en cas de séparation, de ne jamais quitter ce talus et de ne pas s'aventurer sur les calcaires de droite et de gauche, où l'on a de grandes chances de s'égarer. Grâce à cette remarque, malgré la pluie et le brouillard épais, nous allions arriver sans encombre à Turben, quand on s'aperçoit que les mulets, chargés du déjeuner au départ, ne sont plus en vue ; on les attend inutilement, et notre confrère, M. Reymond, toujours prêt à se dévouer, retourne les chercher du côté de la Baralière. On se réunit dans la mesure ruinée de Turben ; on se sèche au coin d'un grand feu, et ce n'est qu'après une heure de sérieuse inquiétude que nous voyons arriver M. Reymond, suivi de nos hommes auprès desquels il avait fallu employer la menace pour les décider à se risquer sur le plateau par un temps semblable. On remercie avec effusion notre aimable sauveur, et à une heure, une éclaircie nous permet de partir du côté des Sables. Nous suivons encore un instant le Cénomanién ; nous constatons entre l'Urgonien et lui un petit affleurement de bauxite, puis nous nous engageons sur le plateau, numérotés comme au régiment, et pressés d'arriver aux Sables, où le chemin devient bon et où il n'y a plus risque de s'égarer même en cas de retour du brouillard. Nous avons pourtant le temps de constater au passage l'existence de petites failles, le caractère nouveau de calcaires roussâtres, gréseux et très durs, présenté par le Ligérien, et la superposition à ces bancs de calcaires angoumiens. Nous voyons aussi les traces du

grand incendie qui a, pendant l'été, dévoré les broussailles et les maigres forêts de la région, et qui a encore accentué le caractère de dévastation du pays. M. Ficheur remarque la frappante analogie du coup-d'œil avec certains paysages d'Algérie.

Au pied des Sables, plus rassurés sur le temps, nous nous arrêtons un instant, et je fais observer à la Société combien l'Angoumien que nous venons de traverser paraît plus réduit que celui du matin ; devant nous est un grand talus de calcaires gréseux, qui rappellent comme aspect les couches à *Micraster brevis*. Mais on voit ces calcaires surmontés par une nouvelle barre à Hippurites qui semble sans ambiguïté aller se raccorder avec la partie supérieure des calcaires à Hippurites du matin. Il faut ajouter pourtant que, du côté de la ferme de la Vénère, les bois et les éboulis du basalte qui couronnent le plateau, ne permettent qu'avec une certaine difficulté de vérifier sur place ce raccordement. Je l'ai pourtant, à la suite de mes courses, considéré comme au moins très probable. J'estime donc qu'il y a en ce point un dédoublement de la barre angoumienne, et intercalation en son milieu d'une bande de calcaires gréseux, qui va en croissant d'épaisseur du côté du Caoumé, où elle se transforme en grès de plus en plus grossiers. Je rappelle que d'après la coupe que j'ai donnée de cette montagne (1), le versant nord, que nous voyons devant nous se perdre dans les nuages, continue le versant est, formé au-dessus du Revest de la manière suivante : un Ligérien marneux et gréseux (avec sables analogues à ceux de Sainte-Anne), présentant une puissance exceptionnelle ; une première barre de calcaires à Hippurites ; un second talus de 200 mètres de grès grossiers et de calcaires à grains de quartz, et enfin, au sommet le plus oriental, une nouvelle masse de calcaires à Hippurites. J'avais, sur la feuille de Toulon, assimilé la première barre à l'Angoumien et la partie supérieure au Sénonien. En faisant la feuille de Marseille, je suis revenu à l'opinion que tout l'ensemble doit être rapporté au Turonien, dont le développement en ce point rappellerait d'une manière remarquable celui de la Ciotat, surtout dans la partie intermédiaire entre les falaises de poudingues et Cassis.

La question a un certain intérêt au point de vue de l'étude du développement des Rudistes dans le bassin du Beausset, et même aussi au point de vue de l'étude des renversements du bord septentrional : la barre supérieure de Caoumé me semble, avec une probabilité très grande, aller se raccorder avec la partie supérieure de

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XV, p. 671.

celle de Sainte-Anne; autrement dit, le dédoublement (ou la présence de grès intercalés) cesserait à une même distance du côté de l'ouest et du côté du nord. Il y a pour ce raccordement, au-dessus de la Vignale, une difficulté du même ordre que du côté de la Vénère; les broussailles fourrées et le basalte empêchent sur un petit espace de suivre la continuité des bancs; mais en vérité cet espace est si petit que le doute est bien faible, et je ne le mentionne que pour bien poser exactement tous les termes du problème.

On arriverait donc à ce double résultat : les deux barres hippuritiques de Caoumé, avec la puissante masse de grès qui les sépare, forment un ensemble qui, à l'ouest (ouest et nord-ouest) se réduit à une seule masse calcaire; c'est celle que nous avons traversée le matin en la désignant sous le nom d'Angoumien; c'est aussi celle que nous avons vue il y a deux jours à Sainte-Anne. Si donc la barre supérieure du Caoumé est sénonienne, comme le prétend M. Toucas, *ce qu'on appelle l'Angoumien* au nord et au sud du bassin du Beausset comprend déjà la base du *Sénonien* (au moins la zone coniacienne). La limite du Turonien et du Sénonien sera à mettre dans l'épaisseur d'une masse de calcaires uniformes. La question, on le voit, vaut la peine d'être discutée, au moment où l'on commence justement à attacher une si grande importance à la distinction et aux comparaisons des faunes de Rudistes.

M. Toucas expose à son tour qu'il est d'un avis tout opposé : il croit que les deux barres d'Hippurites du Caoumé sont toutes deux sénoniennes. A l'appui de cette opinion, il nous donne lecture des épreuves d'une note qui va paraître dans le Bulletin (1). Dans cette note, M. Toucas dit qu'il se rappelle avoir recueilli au-dessus du Revest, dans des grès inférieurs à la première barre, des débris de *Micraster*, un bon radiole de *Cidaris clavigera* et le *Platycyathus Terquemi*. Il en conclut que ces grès sont déjà sénoniens, que l'Angoumien est représenté au-dessous d'eux par des calcaires marneux, contenant un certain nombre de Rudistes de la zone à *Biradiolites cornupastoris*, et que, par conséquent, les deux barres du Caoumé sont sénoniennes. Quant aux calcaires gréseux qui sont en face de nous, M. Toucas se rappelle y avoir recueilli près de la Vénère la *Rhynchonella petrocoriensis*; ils correspondent donc pour lui aux grès de la base du Caoumé, et les calcaires qui les surmontent, déjà franchement sénoniens, correspondent à la première barre.

La question est ainsi bien posée et facile à trancher; toutes les

(1) Note présentée le 20 Avril 1891, parue dans le tome XIX, p. 509.

assises dont il vient d'être parlé se voient nettement du point où nous sommes arrêtés; sans les perdre de vue un seul instant, nous allons traverser une gorge où les bancs du Caoumé viennent se raccorder avec ceux de la colline opposée, et je peux annoncer qu'en dehors de toute interprétation, les faits contredisent les assimilations de M. Toucas.

Nous montons d'abord sur la colline qui nous fait face et dont nous allons tout à l'heure étudier le raccordement avec le Caoumé, pour examiner de près les calcaires supérieurs. Traversés là en tranchée par un chemin forestier, ils montrent en abondance des coupes de Radiolites et de grosses Hippurites du groupe de *H. gigantes*. Il y a une grande analogie de faciès avec les bancs plus anciens à *Hippurites petrocoriensis* que l'on a vus le premier jour, à la descente de la Bédoule à la Ciotat.

Ce point est intéressant par la présence de filons de basalte qui traversent les calcaires. Le plus net de ces filons est formé par de grosses boules juxtaposées de basalte, entourées sur les bords par de belles cristallisations de calcite.

M. Collot est d'avis que la calcite n'est pas un produit de métamorphisme, mais qu'elle s'est formée, postérieurement à l'émission, dans les vides laissés par le refroidissement. Tous les membres présents semblent partager cette opinion. On est moins d'accord sur les particularités que présentent les autres filons : le premier se ramifie et semble s'arrêter avant d'avoir traversé toute l'épaisseur des calcaires. D'autres sont des fentes remplies par des fragments anguleux de basalte; on se demande si pour celles-là on n'aurait pas affaire à un remplissage *per descensum*, d'autant plus que cette origine paraît incontestable pour l'une des fentes, élargie par le haut, et dans laquelle des fragments de calcaire sont mélangés aux fragments de basalte. Un autre point attire quelque temps l'attention de la Société; ce sont des fragments noirâtres, visibles à la surface d'un délit horizontal des calcaires à Hippurites. Il ne s'agit pas d'un enduit superficiel, car on peut détacher de petits fragments, dont on n'arrive pas avec la loupe à préciser la nature, mais qui ne sont certainement pas du calcaire noirci. On songe à des fragments de basalte, et MM. Collot et Depéret, prêts l'un et l'autre à reprendre la discussion de Beaulieu (1), emportent des morceaux pour les étudier au microscope. Il importe de rappeler que nous sommes au pied de coteaux couronnés par la grande nappe basaltique d'Evenos; que cette nappe, reposant indif-

(1) *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVIII, p. 905.

fèrement sur tous les termes de la série crétacée, est certainement d'un âge très postérieur, et qu'il semble impossible de ne pas rattacher à sa venue les filons examinés.

Enfin nous remarquons encore, avant de redescendre, le brusque contournement des calcaires dans l'escarpement qui nous fait face. M. Reymond est disposé à rattacher la venue du basalte à ce plissement; en tout cas, je tiens à faire remarquer que je n'ai pas pu jusqu'ici suivre sur le plateau voisin la continuation de ce pli, et que la présence possible de ces plis brusques est une raison de n'accepter qu'avec réserves les conclusions tirées de la continuité stratigraphique, dès qu'il y a la moindre lacune dans les observations.

Nous redescendons le chemin charretier du côté de Broussan, en marchant quelque temps sur les calcaires gréseux inférieurs, où nous ne trouvons aucun fossile, et dans la continuation desquels M. Toucas nous a dit avoir recueilli près de la Vénère la *Rhynchonella petrocoriensis*. Jusque au pied du Caoumé, nous ne les quittons qu'un moment pour traverser une petite pointe des calcaires à Hippurites inférieurs qui, depuis les Sambles, continuent à former la rive gauche du vallon. M. Toucas reconnaît alors lui-même le passage de nos calcaires gréseux *aux grès supérieurs* du Caoumé, et celui de la barre supérieure de la rive droite à la *barre supérieure* du Caoumé. Sans le brouillard qui commençait à redescendre, le passage des calcaires des Sambles à la barre inférieure du Caoumé, passage qui est d'ailleurs la conséquence forcée des précédents, n'aurait pas apparu avec moins d'évidence.

Ainsi, sans qu'il y ait eu d'objection formulée et sans qu'il y en ait de possible, les calcaires à Hippurites de la base du Caoumé correspondent aux calcaires des Sambles, c'est-à-dire à l'Angoumien, et même probablement à l'Angoumien inférieur, et la masse supérieure du Caoumé correspond aux formations de la rive droite du vallon des Sambles. Il est aussi certain pour moi, quoique cela ne soit pas matériellement prouvé, que cette masse supérieure du Caoumé, qu'elle soit turonienne ou sénonienne, *correspond à la partie supérieure des calcaires désignés comme angoumiens au nord et au sud du bassin* (1).

(1) M. Toucas n'a pas pu à temps, comme il nous en avait annoncé l'intention, rectifier, dans sa note du 10 Avril, l'interprétation qu'il y donnait de la coupe du Caoumé; il résulte de ce qu'il a déclaré que cette interprétation ne correspond plus exactement à son opinion actuelle. Je saisis en même temps cette occasion d'exprimer mes regrets d'avoir, dans ma note sur le Beausset, employé, en parlant de cette même question, une expression que M. Toucas a pu prendre pour un reproche. J'ai dit que sa coupe du Caoumé était *incomplète*, parce que cette coupe ne passe pas par le sommet et que, par conséquent, les assises supérieures n'y figurent pas. M. Toucas fait observer que ces assises sont mentionnées dans le texte de la note; il n'en est pas moins vrai qu'en prenant, comme je l'ai fait, la coupe qui passe par le sommet, on a *une coupe plus complète*. C'est tout ce que j'ai voulu dire.

Il est désirable que des études nouvelles fixent prochainement les points de raccordement qui peuvent encore paraître douteux et précisent la faune des calcaires supérieurs. En attendant, j'ai cru utile de donner un schéma des variations probables de ce complexe de couches entre le Caoumé et la Ciotat en suivant l'axe du bassin, c'est-à-dire la ligne où les conditions de dépôt sont probablement les plus comparables, mais au milieu de laquelle malheureusement le Turonien est masqué et où sa composition (marquée en pointillés) ne peut être présumée que par induction. J'ai complété ce schéma par deux autres pris perpendiculairement, c'est-à-dire dans le sens probable de la plus rapide variation des faciès, l'un entre la Bédoule et la Ciotat, l'autre entre Sainte-Anne et l'ancienne caserne de gendarmerie, sur la route de Cuges (fig. 1, 2 et 3).

Nous passons au pied de l'arête abaissée du Caoumé, et nous nous dirigeons vers les Garniers. La coupe devient là singulièrement intéressante : nous constatons d'abord que les calcaires à Hippurites du haut du Caoumé arrivent jusqu'au chemin, mais qu'ils ne le traversent pas ; ils sont pincés dans un pli synclinal bien accusé des calcaires gréseux, pli qui se reproduit nettement sur la rive opposée. Sur le flanc opposé de ce pli, les couches se renversent et s'étirent : nous traversons en peu de temps tout le Turonien, le Cénomanién et l'Aptien, inclinés vers le nord, et nous pouvons constater que sur ce dernier étage repose directement le Muschelkalk de Broussan, dont l'affleurement en forme de croissant au milieu du Crétacé est une des bizarreries de la région. Sur le chemin, M. Collot a remarqué, vers la base du Turonien, un morceau de calcaire bréchoïde avec grains de quartz, dont j'ai déjà parlé, et qui rappelle un peu la brèche de Fontanieu.

Mais la pluie reprend avec une violence désespérante. Il ne faut plus songer qu'à hâter le retour. A peine les plus zélés peuvent-ils encore remarquer, en soulevant le parapluie ou en ouvrant le capuchon, qu'on traverse sur le plateau une nappe puissante de basalte, qu'on reste pendant plus d'un kilomètre sur des calcaires à silex (représentant de l'Aptien et du Cénomanién), dont l'épaisseur énorme, malgré des replis probables, contraste avec l'absence ou le faible développement de ces étages, tels que nous venons de les constater à la Baralière et à Turben ; nous passons sans nous en douter auprès de l'admirable point de vue qui montre d'un côté le château ruiné d'Evenos et de l'autre la grande muraille rougeâtre des rochers de Cimaï, et nous arrivons enfin aux voitures qui nous attendent à Sainte-Anne, fortement mouillés, mais nous consolant en pensant qu'il aurait fait bien chaud sur les grands plateaux calcaires, si le soleil des premiers jours nous était resté fidèle.

*Compte-rendu de la Course du 3 Octobre, entre le Beausset
et Brignoles,*

par MM. Collot et Zürcher.

Le matin, à six heures, la Société quittait le Beausset d'une manière définitive, se rendant en voiture à Chibron pour traverser de là la continuation de la chaîne de Sainte-Beaume. Elle a d'abord parcouru la route de Marseille sur sept kilomètres environ, et a pu constater à nouveau, comme sur le chemin de la Baralière, l'énorme épaisseur des couches sénoniennes inférieures et leur pendage très régulier vers le Sud.

C'est à peu près à l'embranchement de la route de Signes, sur laquelle se sont ensuite engagées les voitures, que les calcaires massifs du niveau inférieur à Hippurites font leur apparition. Ils donnent lieu à un petit abrupt que la route gravit par un lacet, et on reste ensuite pendant assez longtemps sur un plateau boisé dont ils forment le sol.

Une ligne de clairières occupées par des prairies humides marque le passage au Cénomanién, moins épais encore qu'à la Baralière(1); on passe ainsi presque insensiblement du Turonien à l'Urgonien, sans que le paysage ou la topographie subissent de modifications sensibles, et on arrive à Chibron, où la Société descend de voiture.

La dépression remplie d'alluvions anciennes, dans laquelle s'étendent les immenses vignobles de la belle propriété de M. Aguillon, est formée par un affaissement qui a fait descendre entre deux failles parallèles une bande étroite de Néocomien, d'Urgonien et de Crétacé supérieur.

En quittant la coquette maison d'habitation de Chibron, sous la conduite de son aimable propriétaire, la Société a d'abord traversé le bord de la portion affaissée, constitué par de l'Urgonien et par une bande de calcaires à Hippurites.

Rentrant ensuite dans la région normale, la Société a reconnu, en suivant le pittoresque chemin établi à côté du canal d'irrigation de Chibron, d'abord un peu de dolomies du Jurassique supérieur, puis une grande masse d'Urgonien, pour rentrer ensuite à nouveau, après avoir observé très nettement la présence de la zone marneuse

(1) Les calcaires à caprines existent en ce point, mais l'absence presque complète de calcaires marneux à la base du Turonien, fait qu'un examen attentif peut seul permettre de tracer la ligne de séparation des deux étages.

représentant le Néocomien, dans le Jurassique supérieur, couronné là par une masse de calcaires blancs coralligènes.

Sous ces calcaires blancs réapparaissent les dolomies, dans lesquelles s'ouvre un beau défilé que remonte le chemin en suivant le torrent de Latail.

Tout à coup, aux hauteurs boisées que forment les grandes masses dolomitiques, succèdent, au fond du paysage, des collines d'un aspect moins riant: c'est l'Infralias qui apparaît ainsi brusquement, immédiatement au-dessous des dolomies, par suite de l'étirement des couches intermédiaires (Bathonien, Bajocien et Lias). Le pendage reste régulier vers le sud, ainsi qu'on peut le voir en observant les bancs bien réglés de l'Infralias qui affleurent dans les talus du chemin.

M. Collot remarque combien ces nouvelles dolomies ressemblent au premier aspect à celles que nous venons de traverser. Il y a pourtant une grande constance dans les petites différences minéralogiques qui les séparent. Les dolomies de l'Infralias sont en général plus claires, quoique également grisâtres; elles sont à grains plus fins, divisées en lits minces que de nombreuses fissures débitent en petits parallépipèdes. Ces caractères, pour ceux qui ont l'habitude des terrains de la région, sont dans presque tous les cas suffisants pour reconnaître l'Infralias, indépendamment de sa position stratigraphique.

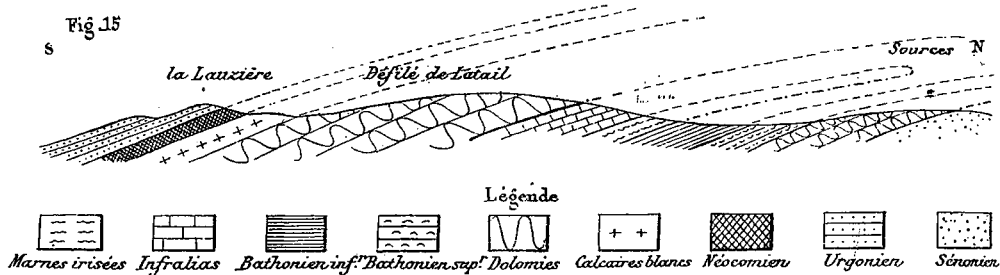
La vallée s'élargit ensuite momentanément, et le chemin fait un coude vers la droite; on voit alors dans les berges élevées du sentier un affleurement important de marnes bariolées triasiques, dont la position au-dessous de l'Infralias est toute naturelle.

En continuant à suivre le chemin, la Société a rencontré des couches pendant encore vers le sud, et a pu reconnaître, en particulier par la rencontre d'un fragment d'*Ammonites viator*, que les dites couches étaient constituées par les calcaires marneux du Bathonien inférieur, et qu'elles étaient là bien nettement supportées par des calcaires plus durs, très caractéristiques du Bathonien supérieur, et même peut-être aussi de niveaux un peu plus élevés, supportés eux-mêmes par les dolomies du Jurassique supérieur.

Cette succession, exactement inverse de la normale, mettait en évidence le renversement des couches, et montrait que la coupe faite à peu près selon la route suivie par la Société devait représenter un anticlinal couché, dont le *flanc normal supérieur* est constitué par les dolomies du Jurassique supérieur du premier défilé et par l'Infralias qui les supporte, dont le *noyau* est formé par les Marnes irisées, et dont le *flanc renversé* comprend le Bathonien

et les dolomies dont la superposition anormale venait d'être constatée (fig. 15).

Fig. 15.



Les calcaires marneux du Bathonien inférieur présentent d'ailleurs un caractère très fréquent dans les couches ayant participé à de grands mouvements orogéniques, à savoir la présence de nombreux filonnets de calcite, très probablement produits par des actions dynamométamorphiques.

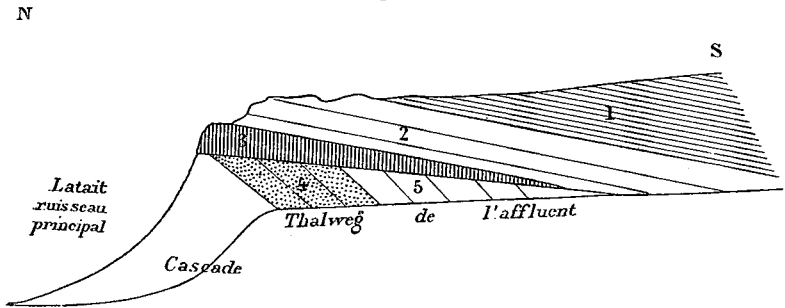
Après avoir pris congé de M. Aguillon, qui avait tenu à lui faire jusqu'au bout les honneurs de ses domaines, la Société s'est arrêtée, encore dans les dolomies, à l'une des belles sources de Latail, pour y déjeuner.

M. Bertrand a expliqué là, autant que sa voix fatiguée lui permettait de le faire, que l'eau claire et fraîche à laquelle on se désaltérait était retenue, sous les dolomies, par les couches peu perméables du Sénonien, continuant la série renversée, ainsi qu'on allait bientôt le constater.

Nous venions à ce moment de quitter la feuille d'État-Major de Marseille pour entrer dans celle d'Aix. En continuant à remonter le vallon, nous arrivons à une sorte de cirque, au sud du château de Lestang, dont le pourtour est formé par les dolomies jurassiques, ici placées sous le calcaire par suite du renversement, tandis que le Crétacé en constitue tout le fond. Ce dernier terrain est formé principalement par des calcaires jaunes passant au grès par l'introduction de nombreux grains de quartz. Il se dessine sur la carte comme une presqu'île reliée au nord par deux isthmes étroits au grand plateau crétacé des glaciers de la Ste-Baume et de Mazaugues. Au sud, il est limité par une ligne très sinueuse qui montre qu'il n'est pas découpé par une faille et tombé grâce à elle dans ce trou. Cette ligne représente l'intersection de la surface presque horizontale de séparation du Crétacé avec le Jurassique recouvrant, par la surface très accidentée du sol. Le Crétacé se montre d'autant plus loin vers

le sud que l'érosion a arraché le manteau jurassique sur une plus grande étendue dans les ravins. C'est ce que nous avons pu vérifier en escaladant la paroi d'une cascade. Nous avons vu, au-dessus de celle-ci, le contact précis entre le Crétacé et le Jurassique. Le premier est formé de calcaires jaunes et de calcaires blancs à Hippurites, le second de dolomies et de calcaires gris (1).

Fig. 16.



1. Schistes bathoniens.
2. Calcaires gris jurassiques.
3. Dolomie jurassique.

4. Calcaire jaune chargé de grains de quartz. Crétacé supérieur.
5. Calcaires blancs à hippurites.

Le Crétacé s'avance ici au milieu du Jurassique avec l'apparence d'un golfe; réciproquement il y a à côté et au nord du château de Lestang, en allant vers les Glacières, vers la Garnière, des flots de Jurassique placés en avant-garde au milieu du Crétacé. Ils paraissent en émerger, mais ce sont en réalité des débris de la nappe jurassique recouvrante, d'abord continue, puis morcelée par les érosions; ils sont complètement isolés de leurs attaches primitives. De ce travail d'érosion sont résultés des pitons dont le pied est de calcaire roux, de grès, de calcaires à Hippurites, d'âge sénonien, tandis que la tête est de dolomie jurassique.

Le noyau de Trias que nous avons traversé au nord de la Lauzière se retrouve à la Taouïle sur la feuille d'Aix, d'où il se poursuit, en un mince filet; qui ne figure pas sur la carte, au N. et N.-E., en passant par la Salamone. L'affleurement de cette assise interne du pli couché est par conséquent manifestement sinueux. Tandis qu'à la Taouïle ce sont des Marnes irisées qui se montrent, à la Salamone on voit apparaître les calcaires sombres du Muschel-

(1) La différence de pente entre le Jurassique et le Crétacé est un peu exagérée sur la coupe.

kalk, qui descendent vers l'Est dans le ravin, accompagnés de marnes et cagneules également triasiques. Ce Muschelkalk continue à occuper une position à peu près axiale entre des couches plus récentes : Infralias, Lias, Bajocien et Bathonien, qui se montrent assez confusément entremêlées vers le Nord où elles constituent le flanc renversé du pli, et plus régulièrement superposées, vers le Sud, dans le flanc normal ou supérieur.

Nous traversons les calcaires roux du Lias fossilifère, puis le Bajocien avec *Lima Hersilia* d'Orb., sous lequel on voit même apparaître les schistes du Bathonien, puis nous nous retrouvons dans l'Infralias (qui débute par la zone à *Avicula contorta*), laissant définitivement à notre gauche les couches renversées, qui ne tardent pas à s'étirer et à disparaître. L'Infralias occupe là une grande superficie, bien visible d'un coup-d'œil, grâce à l'élévation du sentier sur la pente du ravin, et à l'aspect caractéristique, même vu de loin, des dolomies infraliasiques de couleur claire, avec leur couronnement plus foncé formé des bancs du Lias.

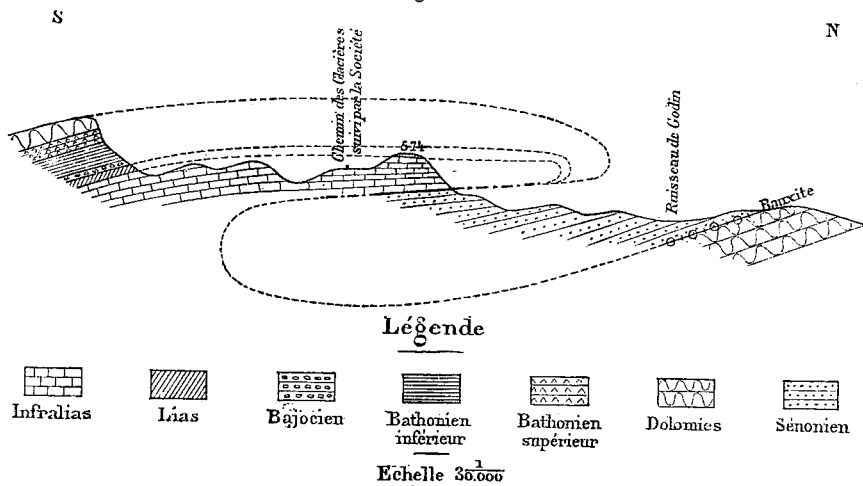
Un point du thalweg du ravin présente cependant un aspect singulier ; des affleurements de couleur rouge y frappent les yeux au milieu d'un petit cirque entouré d'une ceinture de blocs de grandes dimensions. Plusieurs membres descendent visiter ce point remarquable, et constatent que les masses rouges qui ont attiré leurs regards sont des grès siliceux friables, mêlés de grains de feldspath et de paillettes micacées, et appartenant incontestablement au Crétacé supérieur. Quelques coups de marteau donnés sur les roches de la ceinture montrent de suite d'ailleurs que ces blocs sont constitués par des calcaires à Rudistes, certainement crétacés, et passés par métamorphisme à l'état de marbre très cristallin.

C'est donc un phénomène analogue à celui constaté peu auparavant dans la vallée de Latail, et aussi extraordinaire, qui vient démontrer à nouveau la présence du Crétacé dans la portion synclinale du pli de la St^e-Beaume. D'ailleurs, de plus qu'à l'îlot de Latail, le mince liseré de calcaires à Rudistes représente le flanc renversé et ajoute un trait de détail de plus à la constitution curieuse de la région.

Le chemin suivi par la Société continue à descendre le ravin et reste dans l'Infralias pendant un assez long parcours, puis traverse un nouvel îlot crétacé composé seulement de calcaires et marnes à Hippurites pour rentrer encore dans l'Infralias, et venir déboucher ainsi près de la ferme de St-Christophe, à l'extrémité de la ligne de hauteurs dont il suivait la pente méridionale.

Un beau panorama apparaît alors, permettant de donner à ceux qui l'admirent une idée générale de la constitution de la région embrassée par les regards, et qui comprend d'ailleurs toute

Fig. 17.



Coupe par la hauteur au dessus de la ferme Saint-Christophe (Etat-Major 574).

Echelle $\frac{1}{30000}$

l'étendue que va traverser la Société avant la fin de la réunion extraordinaire.

En particulier, on aperçoit au premier plan la plaine crétacée de Mazaugues et les hauteurs qui la dominent au Sud, puis, plus loin, le massif de la Loube, ensemble sous lequel se prolongent, ainsi que l'un de nous l'a fait ressortir (1), les phénomènes dont la chaîne de la S^{te}-Beaume est le siège et dont la Société vient de pouvoir constater les preuves les plus certaines.

En descendant ensuite vers la plaine, on peut observer, sur les pentes de la colline où se déroule le chemin, une des plus intéressantes coupes naturelles de la région : une série de bancs crétacés en stratification très régulière et peu inclinée sur l'horizontale forme falaise, au pied d'un petit monticule qui couronne la colline et qui est constitué par de l'Infralias recouvert de Lias. On peut dire qu'on voit le Crétacé s'enfoncer dans le Jurassique.

La fig. 17 donne, d'après le travail cité plus haut, la coupe d'ensemble des abords de la hauteur de Saint-Christophe.

(1) *Bull. serv. Carte Géol.*, T. II, n° 18, Nov. 1890, p. 1 à 16.

On peut remarquer ici que c'est seulement le flanc normal du pli qui a subsisté ; malgré la distance relativement faible parcourue depuis la Salamone, toute trace du flanc renversé a disparu. Il est intéressant de rappeler la continuité graduelle et progressive de cette disparition depuis la chaîne proprement dite de la Sainte-Beaume. Là, vers le Baou de Bretagne, les couches sont verticales ou peu renversées et la série est complète. A mesure qu'on s'avance à l'Est, les couches renversées s'inclinent davantage, en même temps que, d'abord les plus récentes, puis graduellement toutes disparaissent. Il ne reste plus rien alors de la branche renversée qui formait le raccordement de l'anticlinal du sud avec le synclinal du nord, et l'Infralias, avec les bancs plus récents qu'il supporte, vient glisser directement sur le Crétacé normal.

La Société a suivi lentement la descente pour voir de près la coupe du Sénonien, dans laquelle elle a remarqué plusieurs bancs épais de calcaire à Hippurites, et d'intéressantes couches de sable siliceux avec débris végétaux transformés en jayet. En arrivant aux premières maisons de Mazaugues, on voit encore le calcaire à Hippurites plonger sous l'Infralias. D'ailleurs, M. Zürcher a montré qu'un peu plus à l'est, sur la route de Brignoles à Roquebrussane, le Crétacé s'avance bien plus loin encore vers le sud, toujours surmonté par le Trias ou par le Jurassique. Il est donc probable que sur le chemin suivi par la Société, les points où l'on a constaté sa réapparition au-dessous des dolomies jurassiques ou de l'Infralias, sont bien loin de marquer la limite extrême de sa pénétration vers le sud.

A Mazaugues, chacun reconnaît ses bagages depuis peu arrivés du Beausset, puis on s'embarque en voiture pour Brignoles.

La route suivie traverse à peu près en diagonale la portion orientale de la plaine de Mazaugues, et coupe ainsi successivement les divers termes des couches sénoniennes peu inclinées, qui y pendent très régulièrement vers le sud.

La Société s'arrête successivement en deux points où l'abondance des fossiles est extrême ; ce sont d'abord des marnes jaunâtres dont les pentes sont jonchées de *Cyclolites crassisepta*, accompagnés de quelques autres Polypiers moins communs, puis une zone également marneuse, mais moins épaisse, où abondent des Polypiers, et en particulier *Astrocœnia ramosa*. M. Collot fait remarquer que ces couches à Polypiers reproduisent, trait pour trait, le faciès de celles de Figuières, sur la côte de Marseille à Carry, et qu'elles renferment les mêmes espèces.

Les voitures s'engagent avec précaution dans le chemin descendant qui va rejoindre la grande route, et on jette un coup-d'œil sur la belle montagne de la Loube qui s'éclaire des derniers feux du jour au-dessus de sa ceinture de bois sombres. La constitution géologique en est rapidement expliquée : il est possible de distinguer encore, en effet, la clairière et la maison de « Menpeuti », où les couches de Fuveau forment un îlot entièrement entouré de Trias et de Jurassique; à côté se dresse le piton dolomitique auquel appartient l'aiguille rocheuse appelée « le Moine » dans le pays, c'est encore sans aucun doute une masse de recouvrement.

Les mauvais chemins sont passés, les voitures reprennent enfin leur allure rapide, et un reste de clarté permet d'entrevoir, dans une courte halte, la limite des dolomies jurassiques et des calcaires à Hippurites et d'y constater la présence d'une couche de bauxite, dont on peut recueillir quelques échantillons.

Ainsi là, dans la région où nous sommes arrivés, et sans qu'on puisse invoquer l'action des phénomènes mécaniques, les immenses masses crétacées du Beausset ont disparu. Les dolomies jurassiques sont surmontées directement et en concordance par des calcaires à Hippurites, où l'on n'a jamais encore signalé d'espèces turoniennes.

En remontant un peu plus loin au Nord-Est, nous verrons dans les journées suivantes les calcaires à Hippurites eux-mêmes disparaître, puis les couches saumâtres et lacustres, et enfin l'étage seul de Rognac reposer directement sur le Jurassique(1); partout nous verrons entre les deux systèmes la bauxite, occupant la place de la lacune constatée, toujours fidèle, comme l'a montré M. Collot, à la règle de recouvrir les étages plus anciens que l'Urgonien ou l'Urgonien lui-même et de supporter le Cénomanién ou les étages plus récents que lui.

On arrive à Brignoles à la nuit complètement close; mais le débarquement et l'installation se font rapidement, grâce à l'aimable hospitalité offerte par le Séminaire.

M. Kilian constate que l'âge de la bauxite, tel que vient de le définir M. Collot, correspond exactement à celui de la formation ferrugino-sableuse, minerais de fer, argiles, sables alumineux et ocres du bassin d'Apt, également compris entre l'Aptien et le Cénomanién. Il se demande si ces deux groupes de dépôts ferrugineux de même âge et presque en continuité par leurs affleurements (la bauxite d'Orgon est bien près du Gault dans le Bassin d'Apt) n'auraient pas une origine commune ou se ramenant à des phénomènes du même ordre.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIX, pl. VI.

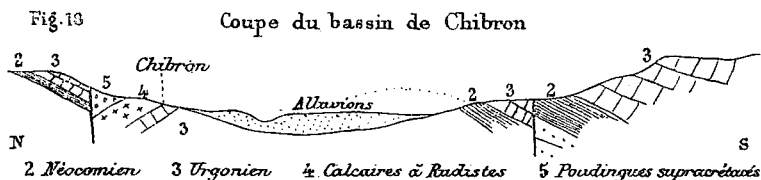
Note sur la bande d'affaissements de Chibron,

par M. M. Bertrand.

La Société n'a pas eu le temps de s'arrêter à Chibron. Je désire pourtant ajouter quelques mots sur le phénomène très intéressant qu'on y constate.

Ce bassin se présente sous la forme d'une petite plaine d'alluvions au milieu des coteaux calcaires. Sur les bords de cette plaine, notamment au Nord, près de la maison de M. Aguillon, affleurent des terrains beaucoup plus récents que ceux qui les entourent. En suivant ces terrains, on peut facilement constater que le bassin est limité au Nord et au Sud par des failles bien franches et bien nettes, à peu près rectilignes. Mais le pendage, au lieu de se faire à partir des bords vers le centre du bassin, se fait au contraire du centre vers les bords. En d'autres termes, la partie affaissée dessine un pli anticlinal (fig. 18). La retombée de ce pli montre au Sud les couches les plus récentes, en contact successivement avec les dolomies jurassiques, le Néocomien et l'Urgonien. Ces couches comprennent des calcaires à Hippurites et des poudingues concordants, d'âge encore indéterminé, se retrouvant seulement plus à l'Est à Signes, et indiquant avec vraisemblance un rivage voisin de la mer crétacée du

Fig. 18.



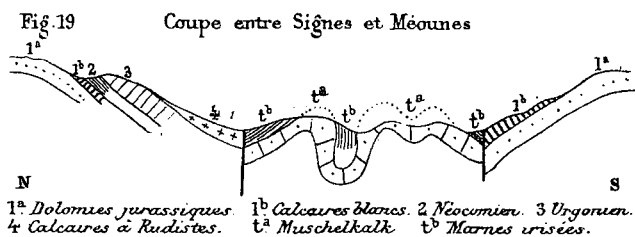
côté du Nord, c'est-à-dire une première accentuation de la chaîne de la Ste-Beaume à cette époque.

L'existence de ce bassin d'affaissement n'est pas un fait isolé. Du côté de l'Ouest, la plaine de Cuges, quoique entièrement remplie d'alluvions, correspond certainement à un phénomène analogue. Plus loin, des deux côtés de la route suivie le premier jour, entre Aubagne et la Bédoule, on trouve deux dépressions semblables, complètement entourées par l'Urgonien, et remplies par l'Aptien et le Cénomaniens. Dans ces deux bassins on ne constate pas avec certitude la même disposition anticlinale, mais elle se trouve bien mar-

quée dans l'intervalle qui les sépare (gisement néocomien du pont de Carnoux, déjà signalé par M. Hébert). Enfin, plus près de Marseille, et encore dans la même direction, on rencontre le petit bassin de Carpiagne, où l'Aptien affaissé est de même recouvert par de puissantes alluvions.

Du côté de l'Est, la continuation des mêmes phénomènes est plus discutable, quoiqu'elle me semble encore probable. Toute la vallée entre Signes et Méounes, dans la prolongation exacte vers l'Est de l'accident de Chibron, est formée par des couches de Trias (Marnes irisées et Muschelkalk), en plis serrés et verticaux. Au nord et au sud s'élèvent deux grands plateaux de dolomies jurassiques à peu près horizontales. C'est une disposition qui semble d'abord précisément inverse de celle d'un bassin d'affaissement (1). Mais en examinant les bords des deux plateaux, on y constate une chute très accentuée des couches vers la vallée (fig. 19). D'un côté, au Nord, ce sont les couches crétacées qui apparaissent ainsi, d'abord près de Méounes, régulièrement superposées aux dolomies, puis, du côté de Signes, séparées d'elles par une seconde faille. Au sud il n'y a pas de couches crétacées, mais les calcaires blancs, qui sont toujours dans cette région au-dessus des dolomies, suffisent à mettre nettement en évidence une plongée analogue. Ainsi, en faisant un

Fig. 19.



instant abstraction du Trias, nous voyons une cuvette d'affaissement, bien marquée par le mouvement de ses deux bords, et au centre de cette cuvette, un pli anticlinal très accentué ramène le Trias. Il y a donc là, en somme, comme à Chibron, *superposition à la même place d'un affaissement et d'un pli anticlinal*. On peut donc y voir, malgré des résultats en apparence bien différents, la répétition du même phénomène.

Le pli anticlinal de Signes et de Méounes se poursuit vers le

(1) M. Bittner a signalé une coupe analogue dans les Alpes tyroliennes, et a cru y trouver un argument contre les idées de M. Suess.

nord-est jusqu'à Roquebrussane et Garéoult, où il s'étale sous une large plaine recouverte d'alluvions. Dans cette plaine, à l'ouest de Garéoult, on voit une série de petits affleurements de Muschelkalk, dont quelques-uns forment l'enceinte de véritables trous, circulaires et profonds, taillés à pic en forme de cratère, et remplis d'eau. Celui que m'a montré M. Zürcher, qui m'y a conduit, passe pour avoir plus de vingt mètres de profondeur. On pourrait songer à voir là une prolongation, sous une nouvelle forme, de notre zone d'affaissements.

On se trouve donc en présence d'un phénomène qui, malgré l'apparence très diverse et essentiellement locale des apparences produites, se répète trop fréquemment sur une ligne longue de plus de 30 kilomètres, et à peu près parallèle à la direction des plis principaux, pour ne pas être très probablement dû à une cause générale. Il semble difficile, dans l'état de nos connaissances, de formuler même une hypothèse; mais les faits en eux-mêmes m'ont semblé assez curieux pour mériter d'arrêter un instant l'attention de la Société.

Plis couchés de la feuille d'Aix,

par M. Collot.

Les plis couchés que la Société géologique aura examinés dans cette session ne sont pas les seuls dans la Basse-Provence. La région figurée dans la feuille d'Aix (1) au $\frac{1}{800000}$ offre le même caractère que les feuilles voisines, de Marseille et de Draguignan. Aussi je crois bon d'arrêter un moment l'attention de la Société sur ce district, soit pour compléter l'histoire de la région, soit pour fournir, par la multiplication des exemples, de nouveaux arguments aux interprétations présentées par MM. Bertrand et Zürcher dans les feuilles de Marseille et de Draguignan.

J'attribue d'autant plus de valeur à ces arguments qu'ils résultent pour la plupart d'anciennes observations, faites sans prévention, et d'une manière tout à fait indépendante. Celles-ci m'avaient parfois amené à des interprétations semblables à celle qu'a suggérée l'étude du Beausset et dans d'autres cas m'avaient au moins prédisposé à les admettre.

Dans la feuille de Marseille, le pli du Beausset est plus intéres-

(1) Il est nécessaire pour l'intelligence de ce mémoire d'avoir sous les yeux la carte géologique au $\frac{1}{800000}$, feuille d'Aix, publiée par le Ministère des travaux publics.

ant qu'aucun autre, parce que M. Bertrand a su en tirer la preuve éclatante de la réalité du phénomène dans notre région. L'amplitude du phénomène est plus grande dans ce pli et dans ceux du massif de la Sainte-Beaume que dans la région située au Nord. Il n'en est pas moins vrai que des plis couchés existent dans la feuille d'Aix, outre les plis de la Sainte-Beaume qui, nés sur la feuille de Marseille, traversent l'angle S.-E. de celle d'Aix pour aller se perdre dans celle de Draguignan.

Mont Olympe. Le pli le plus voisin du massif de la Sainte-Beaume est celui de Mont Olympe, qui débute par le relèvement du Jurassique et du calcaire à Hippurites à Regagnas. A l'est du sommet, les couches atteignent rapidement la verticale, et peu avant d'arriver à l'Oratoire Saint-Jean de Trets on peut observer une série assez régulière, renversée vers le Nord (1) : l'Infralias, le Lias moyen, les schistes bathoniens, le calcaire gris du Jurassique supérieur, sont renversés les uns sur les autres et plongent au Sud. Le calcaire jurassique forme un cap escarpé qui domine un talus de calcaire à Corbicules et lignite. Un peu plus bas, les marnes rouges et grès de l'étage de la Bégude recouvrent normalement ce calcaire. Le Jurassique le plus élevé et le calcaire à Hippurites ont disparu par glissement. Le lacustre s'enfonce sous le Jurassique.

A l'Est de l'Oratoire St-Jean, la branche renversée du pli anticlinal a disparu en totalité et l'Infralias repose directement sur le Danien d'eau douce. Au puits de l'hermitage une enclave de grès de la Bégude se voit sous le Jurassique dans un trou qu'y ont pratiqué les érosions.

Dans les carrières de marbre veiné exploitées aux environs de Pourcieux (2), on peut voir aussi le calcaire à Corbicules surmonté par l'Infralias. Entre les deux il y a quelques mètres d'un calcaire blanchâtre veiné d'une multitude de filets rouges. Ces filets sont des infiltrations dans les fissures dues à l'écrasement de la roche. C'est le marbre exploité. Je l'avais d'abord regardé comme étant la base de l'Infralias métamorphisé. Mais il peut bien être du Jurassique supérieur ou du calcaire à Hippurites. Dans ce cas la branche renversée de l'anticlinal n'aurait pas totalement disparu : ce calcaire marbre lui appartiendrait.

La crête de l'Olympe, qui se dirigeait d'abord au N.-E., se courbe brusquement aux abords du point culminant pour prendre la

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. 19, p. 51, fig. 2 (Descrip. terr. crétac. dans une partie de la Basse-Provence, Nov. 1890).

(2) *Loc. cit.*, p. 52, fig. 3.

direction E.-S.-E. Le Danien lacustre se trouve étroitement pincé entre l'Infralias et le nouveau bombement jurassique du Défends de Saint-Maximin. Il disparaît, ainsi que le Jurassique supérieur qui le supportait du côté du Nord, et tout le synclinal de la vallée du Lar vient se perdre dans la faille qui fait buter l'Infralias de l'Olympe contre le Bajocien du Défends. Cette faille elle-même est barrée à l'Est par l'apparition inopinée du Trias de Saint-Maximin.

L'Etoile et la Nerte. — La ceinture méridionale de la vallée du Lar dans son bassin supérieur est formée par le pli de l'Olympe ; dans le bassin inférieur, par les chaînes de l'Etoile et de la Nerte ou de Lestaque. Ces deux chaînes sont le prolongement géologique l'une de l'autre. Un léger abaissement à Septèmes marque à peine leur séparation orographique.

En commençant à l'Ouest, cette chaîne sépare d'abord l'étang de Berre de la mer. Elle se présente là sous la forme d'un large bombement dont la clef de voûte est çà et là effondrée (Romaron, vallon entre Chateauneuf et Ensué, Ensué, le Rove). Les couches n'atteignent nulle part une grande inclinaison au sud des Martigues et de Chateauneuf. Les couches sont déjà très relevées, au sommet de l'anticlinal, sur le Rove (Jurassique supérieur, Valangien, Néocomien, Urgonien). Sur la traversée du tunnel de la Nerte (1) elles sont verticales. Au-delà elles sont renversées au Nord. Cet état se poursuit en passant par Simiane, Mimet et Saint-Savournin jusqu'au delà de Codolive. La direction du pli oscille de l'Est à E.-N.-E. ; à partir de Simiane elle tourne à l'E.-S.-E., puis au S.-E. Le calcaire à Hippurites du Ragage, au Sud de Peipin, renversé sous le Gault et la dolomie jurassique, appartient encore à ce pli. Là, il paraît coupé transversalement par la faille qui relève le Valanginien du massif de Garlaban et d'Allauch. Je renvoie pour ce massif aux notes publiées par M. Bertrand.

La régularité de la série renversée entre Jeanlemaitre et le château de Tressemane, près Simiane, est remarquable. Au nord du Trias de Jeanlemaitre on trouve :

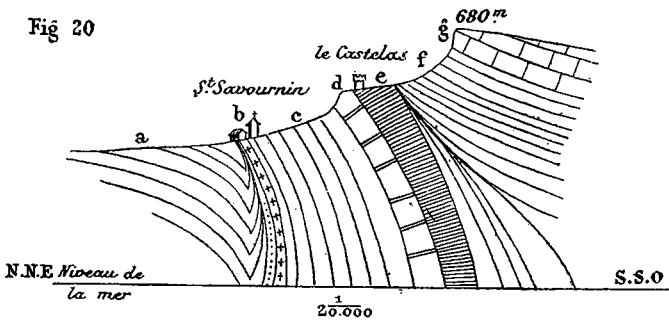
Bathonien ?	Urgonien,
Oxfordien,	Aptien.
Calcaire gris jurassique supérieur,	Gault,
Dolomie,	Calcaire à hippurites,
Calcaire blanc jurassique supér.,	Couches à <i>Melanopsis</i> .
Néocomien.	

(1) Terrain jurassique des montagnes qui séparent la vallée du Lar de celle de l'Huveaune. *Rev. Sc. nat.*, Montpellier, 1885, coupe IV.

Entre Simiane et Mimet, la base de la formation d'eau douce danienne, bien régulièrement développée, se renverse sous les couches crétacées marines et s'appuie sur l'assise des Physes non renversée, c'est-à-dire sur celle qui, dans une série normale, les recouvrirait toutes. Le synclinal est donc à peu près complet. J'ai donné dans la 2^e partie de mon mémoire sur le Crétacé de la Basse-Provence, une coupe de la montagne de Mimet (1), passant un peu à l'Est de ce village. Dans cette coupe, l'Aptien, le Gault siliceux bien développé, le Cénomaniens (?), le calcaire à Hippurites, le calcaire *fuvelien* à Cyrènes, forment une série renversée complète. A Saint-Savournin, les termes supérieurs s'effacent, mais la partie centrale de l'anticlinal couché est intéressante à observer. La coupe ci-dessous en donne les détails (fig. 20).

On voit que la branche renversée du pli est incomplète à la fois du côté qui touche à l'anticlinal, où manquent le Bathonien, l'Oxfordien, les Calcaires gris sous-dolomitiques, et du côté qui regarde le synclinal, où le Calcaire à *Bulimus proboscideus* Math. (*Valdonnien*), l'assise de Fuveau, le retour des Physes, font défaut.

Coupe par Saint-Savournin



- a. Calcaires marneux à Physes.
- b. Hippurites sous les maisons de Saint-Savournin ?
- c. Calcaires gris siliceux du Gault.
- d. Calcaire valangien (ou urgonien ?).
- e. Dolomie jurassique.
- Axe de l'anticlinal.
- f. Schistes gris calcaires, du Bathonien.
- g. Calcaire callovien à *Am. macrocephalus* et Oxfordien.

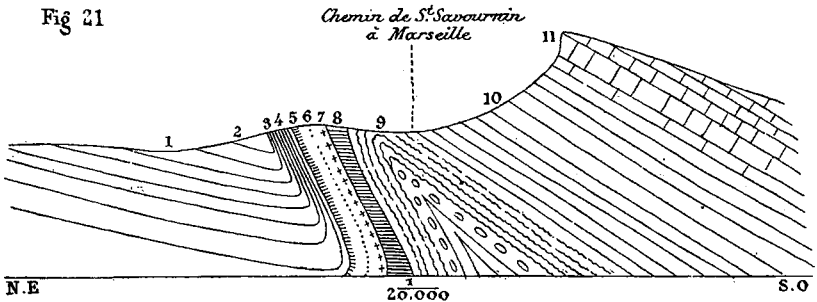
Une coupe prise environ 200 mètres au-delà de Codolive est intéressante par la multiplicité des éléments divers qu'elle permet

(1) B. S. G. F., 3^e série, t. 19, p. 53, fig. 4.

de relever dans la zone renversée réduite à une faible épaisseur et ne montrant plus le Gault encore très épais à Saint-Savournin. La coupe est prise en suivant le sentier qui descend du petit chemin de Saint-Savournin (fig. 24).

Coupe prise environ à 200^m au S.-E. de Codolive (anciennement les Olives sur la Carte d'Etat-Major)

Fig 24



1. Calcaire et marne bigarrée, pisolithes, de l'assise des Physes.
2. Partie invisible correspondant à l'axe du synclinal.
3. Calcaire schisteux à Cyrènes.
4. Calcaire gris sombre à fossiles blancs : *Melanopsis*, *Paludines*.
5. Calcaire gris, 2^m : assise sous-lignitique à *Bulimus proboscideus* très réduite.
6. Grès siliceux roux, schisteux, 2^m,50 = Sénonien saumâtre.
7. Calcaire à Hippurites, 6^m.
8. Dolomie grise, fendillée, dure, 4^m (Jurassique supérieur).
9. Calcaire très marneux, avec surfaces corrodées enduites d'une patine ferrugineuse, séparant des lits plus marneux : *Am. niortensis* d'Orb., *Belemnites Fleuriausi* d'Orb. : Bajocien supérieur (sommet de l'anticlinal).
10. Schistes calcaires marneux : Bathonien.
11. Calcaire callovien à *Am. macrocephalus* d'Orb., surmonté régulièrement à l'Ouest par les calcaires gris de l'Oxfordien et du Jurassique supérieur, par la dolomie et les calcaires blancs du même système.

A 600^m environ au S.-E. de Codolive, l'Infralias est directement en contact avec les schistes à lignite et à Cyrènes très réduits et fortement renversés. Il manque les Hippurites, le Crétacé inférieur et tout le Jurassique de la branche renversée (fig. 22).

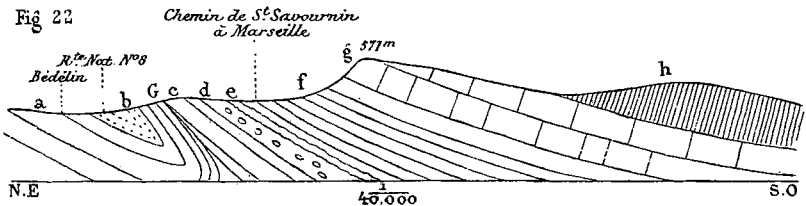
Le renversement du Jurassique sur le terrain d'eau douce du bassin de Fuveau a été constaté souterrainement dans le creusement d'une galerie qui part des environs de Bédelin pour aboutir sur la grande route au Terme. Cette galerie a été creusée par la Cie de Saint-Savournin afin d'établir son trainage mécanique de lignite. Elle m'a été communiquée par M. Bertrand, qui la tenait lui-même de son collègue l'ingénieur en chef des mines Oppermann.

On y voit les calcaires à lignite séparés de l'Infralias suivant un

plan incliné de 80 ‰. Les deux formations sont parallèles à cette surface dans les parties voisines (fig. 23). Le calcaire d'eau douce placé dessous a d'ailleurs des pentes qui descendent jusqu'à 40 ‰, mais

Coupe prise environ à 600^m S.-E. de Codolive

Fig 22



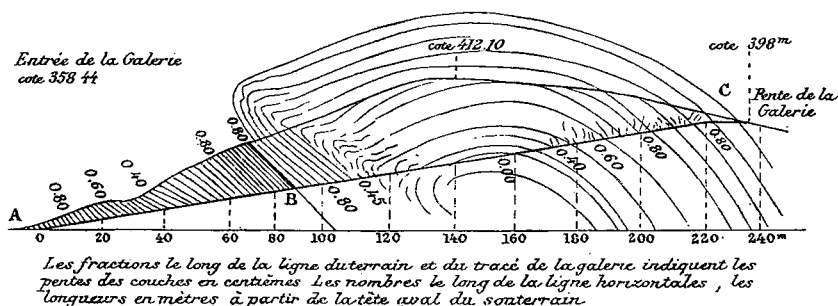
- a. Calcaire et marnes à Unio, Cyrènes (Corbicules) et Lignite exploité.
- b. Grès roux micacé (barre rousse), marne (commencement de l'assise à physes): fond du synclinal.
- c. Retour des schistes à lignite : *Unio*, *Melanopsis*.
- d. Infralias : Dolomie cendrée, débutant au contact de c par une surface de frottement enduite d'une patine ferrugineuse. 20^m environ.
Cargneule rouge. . 4^m environ.
- e. Lias calcaire rugueux, roux à la surface, avec rognons de silex dans les couches supérieures, 15^m. Les bancs supérieurs doivent appartenir déjà au Bajocien.
- f. Après quelques plaquettes noirâtres représentant la zone à *Am. niortensis* d'Orb., se développe la série des schistes bathoniens, surmontés par :
- g. Calcaires calloviens, oxfordiens, etc.
- h. Dolomie jurassique.

qui se redressent au voisinage de la verticale à l'entrée de la galerie. Quant à l'Infralias, aucun fossile n'y a été recueilli dans les travaux, mais il est caractérisé par ses dolomies siliceuses blanchâtres et il forme un anticlinal couché sur le terrain lacustre. En effet sa pente descend à partir de la surface de contact jusqu'à 45 ‰, puis après une région où la dislocation a effacé la stratification, on arrive à une pente inverse de 25 ‰ et à un palier horizontal, à partir duquel, par un redressement graduel et régulier, la pente s'élève jusqu'à 80 ‰ près de l'orifice supérieur.

Dans la partie disloquée, qui paraît représenter le sommet de l'anticlinal, en aval du palier horizontal que forment les couches (à la petite inflexion près, où l'on a noté une pente de 0,25 vers l'aval), il y a de nombreuses cavernes remplies d'argile rouge et verte. Il en est de même en amont du palier, à partir du point à pente 40 ‰ jusqu'à la sortie. Outre ces poches formées par l'action secondaire des eaux d'infiltration, on a relevé dans la dernière région l'existence de lits d'argile verte dans le sens de la stratifi-

cation : nous savons que ces lits verts ne sont pas rares dans l'Infralias, surtout vers sa base.

Fig 30 Coupe de la galerie du Terme



- AB. — Calcaires bleus argileux, blancs jaunâtres, alternant avec des argiles grises ou noirâtres; un petit lit de lignite en A; nombreux fossiles, tels que Physes, Mélanies, Corbicules; c'est l'assise des lignites de Fuveau.
- BC. — Calcaires magnésiens, dolomies silicieuses, de couleur très claire, à cassure brillante, sans fossiles. Entre 110^m et 140^m, à 160^m, entre 170^m et 220^m, poches nombreuses d'argile verte et rouge; 3 lits interstratifiés d'argile verte entre 180^m et 195^m.

Sainte-Victoire. — Le principal accident orographique qui appartient en propre à la feuille d'Aix et qui la domine en son milieu est la Montagne de St^e-Victoire. J'ai décrit en 1880 et représenté par une série de coupes prises en travers de la vallée de Vauvenargues et disposées en perspective, sa constitution consistant essentiellement en un pli anticlinal couché vers le Sud. Il résulte de cette disposition que *la vallée du Lar est dominée et circonscrite au Nord comme au Sud par des rides montagneuses qui se déjettent vers elle*. Un large et profond synclinal s'étant formé, les masses stratifiées dressées sur ses bords étaient moins soutenues dans cette direction que du côté extérieur: par la continuation de la poussée orogénique, elles se sont couchées vers l'intérieur.

La crête de Sainte-Victoire est formée par les assises du Jurassique supérieur qui plongent faiblement au Sud dans les environs de Pourrières, se redressent à mesure qu'on avance vers l'Ouest, pour passer par la verticale à Saint-Ser, puis se renverser en plongeant fortement au Nord. A l'Ouest, la crête s'abaisse brusquement des environs de 1000^m à 400, mais le renversement se maintient jusqu'aux points où le Jurassique supérieur s'étrangle entre le Lias amené par une faille et les terrains plus récents.

A l'inverse de ce qui avait lieu dans les chaînes de l'Etoile et de l'Olympe, c'est la branche renversée du pli qui forme la masse culminante de la montagne. Ce sont les calcaires blancs coralligènes terminant le Jurassique qui forment la crête sur toute sa longueur, du moins jusqu'à l'abrupt ouest, où les dolomies arrivent sur le revers sud. Le flanc sud de la montagne, que les couches y soient verticales ou renversées, est à pic. Le flanc nord, partout moins incliné, est constitué jusqu'en face Vauvenargues par les tranches de couches de plus en plus anciennes à partir de la crête, jusqu'à l'Infralias. La branche nord de l'anticlinal, celle qui n'est pas renversée, ne se voit que de l'autre côté de la vallée de Vauvenargues, qu'on peut par conséquent considérer comme ouverte dans le sommet de cet anticlinal (fig. 24). Cependant, à l'Ouest de Vauvenargues, le sommet du pli se trouve dans la pente nord de la Montagne qui est dès lors toute formée par le Jurassique supérieur (fig. 23). Celui-ci descend jusque vers le fond de la vallée, où il bute par suite de la faille déjà signalée, contre l'Infralias et le Lias. Ce Lias plonge vers le Nord, est recouvert par toute la série jurassique concordante et constitue avec elle la majeure partie de la branche nord du pli portée à un niveau supérieur par la faille. Ici c'est la faille qui a déterminé le lieu de passage du thalweg. Elle est dirigée vers le O. S.-O. et se trouve oblique à la direction de la crête et des couches de Sainte-Victoire, qui est sensiblement E. O. C'est ainsi qu'elle arrive à supprimer graduellement la branche sud du pli.

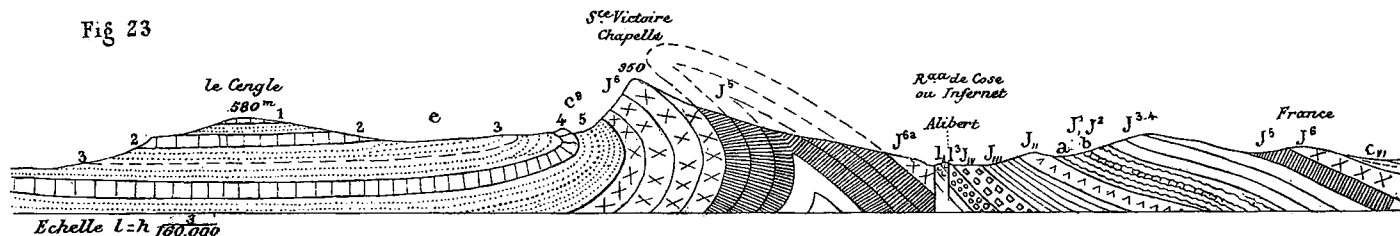
Saint-Lambert-Saint-Pierre. — La branche nord du pli de S^{te} Victoire et Vauvenargues n'aboutit pas à un synclinal bien accusé, mais à un plateau où les couches se maintiennent à peu près horizontales. Ce plateau se limite au Nord par un pli très accentué dont toute la partie qui va du Sambuc au-delà du ruisseau de la Louvière, près Rians, est renversée. A l'Est il se termine vers Rians. A l'Ouest il se continue jusque vers France, où il va se perdre dans la pente générale des couches vers le Nord. Le Danien lacustre de la plaine de Rians s'engage entre cette ride et celle de Concors et il y est pincé en une pointe très effilée. Je figurai en 1880 (1) ce synclinal couché, dégénéralant en faille oblique dans lequel s'enfoncent le Néocomien et le lacustre sous le Jurassique.

Au-delà, vers l'Est, je n'osai pas figurer le terrain d'eau douce s'enfonçant sous le Jurassique malgré le renversement que j'indiquais pour celui-ci. Je marquai leur surface de séparation vertica-

(1) Descr. géol., Aix, pl. IV, fig. 4, p. 225.

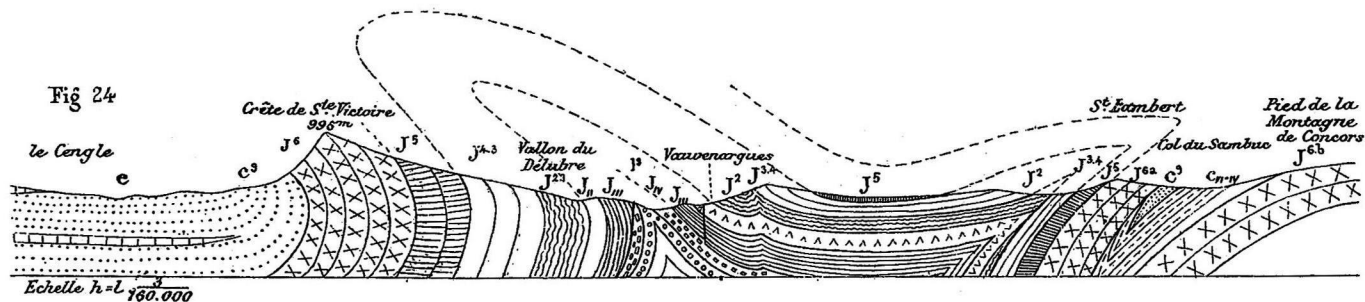
Coupe passant par la pointe occidentale de Sainte-Victoire et les Aliberts

Fig 23



- Echelle 1:200,000*
- | | | | | | |
|------------------|---|--|---------|------------------|---|
| e. | 1 | Calcaire à silex. | Eocène. | J ⁱⁱⁱ | Schistes calcaires marneux, gris, à <i>Am. tripartitus</i> d'Orb., <i>A. neuffensis</i> Op., <i>A. polymorphus</i> d'Orb., <i>A. pseudoanceps</i> Douv.; <i>Cancellophycus Marioni</i> Sap. abondant. |
| | 2 | Grande barre calcaire du Cengle | id. | J ⁱⁱ | Assise calcaire et magnésienne du Bathonien. |
| | 3 | Marnes rouges | id. | J ^{i a} | Schistes marneux gris bleuâtre avec Ammonites ferrugineuses : <i>Am. contrarius</i> d'Orb., <i>A. retrocostatus</i> de Gros-souvre, <i>A. microstoma</i> d'Orb. dans le bas, marquant la fin du Bathonien; — <i>Am. macrocephalus</i> Schl., <i>A. Duncani</i> Sow., <i>A. athleta</i> Sow., plus haut. |
| c ⁰ . | 4 | Calcaire de Rousset (et de Rognac) : Danien. | | J ^{i b} | Banc calcaire : <i>Am. anceps</i> Rein., <i>A. hecticus</i> Rein., en moules calcaires. |
| | 5 | Brèche calcaire à ciment rouge, faciès local du Danien. Les bancs de cette formation d'eau douce sont un peu discordants par rapport au Jurassique. | | J ² | Reprise des schistes marneux : <i>Am. Lamberti</i> Sow. ferrugineux; — Nodules calcaires rougeâtres à <i>Am. cordatus</i> Sow., <i>A. arduennensis</i> d'Orb., <i>Belemnites hastatus</i> Blainv, <i>B. savaneausus</i> d'Orb. |
| J ⁶ | | Calcaire blanc en bancs épais : Jurassique supérieur. | | J ^{3.4} | Calcaire en petits bancs mêlés de marnes grumeleuses grises : <i>Am. transversarius</i> Quenst., grands <i>Perisphinctes</i> ; — plus haut calcaires sans marnes <i>Am. polyplocus</i> Rein., <i>A. Lothari</i> Op. |
| J ⁵ | | Dolomie. | | J ⁵ | Dolomie. |
| J ^{6a} | | Calcaire blanc en retour. | | J ⁶ | Calcaires gris très clair, équivalent des Calcaires blancs de S ^{te} -Victoire. |
| | | Faille. | | C _{vi} | Ces calcaires passent graduellement aux calcaires en petits lits de l'assise de Berrias à <i>Am. Malbosi</i> Pict. |
| l ¹ | | Ruisseau de Cose ou de l'Infernet. | | | |
| | | Infralias : Calcaire à <i>Avicula contorta</i> . | | | |
| | | Une faille de faible importance supprime une partie de l'Infralias et du Lias. | | | |
| l | | La ferme des Aliberts repose sur la partie supérieure du Liasien : <i>Belemnites niger</i> List., <i>Ammonites spinatus</i> Brug., <i>Gryphaea gigantea</i> Lam., <i>G. sportella</i> Dum., <i>Terebratula subpunctata</i> . | | | |
| J ^{iv} | | Schistes noirs avec Encrines et Ammonites du Lias supérieur dans le bas (<i>Am. serpentinus</i> Rein., <i>A. Levisoni</i> Simpson, <i>A. opalinus</i>); Ammonites rares du Bajocien au milieu; <i>Am. subradiatus</i> , <i>A. garantianus</i> , <i>A. niortensis</i> , dans le haut. | | | |

Coupe par le milieu de la crête de Sainte-Victoire, le village de Vauvenargues et le grand Sambuc



- e* — *c*⁹ Marnes rouges, calcaires, brèches du Cengle.
- J*⁶ — *J*⁵ Calcaire blanc, dolomie.
- J*^{4.3} Calcaires gris, zones à *Am. polyplocus* Rein., à *Am. transversarius* Quenst.
- J*^{2.1} Schistes marneux de l'Oxfordien et du Callovien.
- J*_{III} — *J*_{II} Calcaire, dolomie, schistes marneux du Bathonien. Petite faille.
- J*³ Lias moyen : Calcaires gris et roux.
- J*_{IV} Schistes noirs du Lias supérieur et du Bajocien.
- J*_{III} Schistes bathoniens. Une petite faille supprime, à Vauvenargues, une partie de cet étage.

*J*₂ *J*^{3.4} *J*⁵ Comme précédemment.

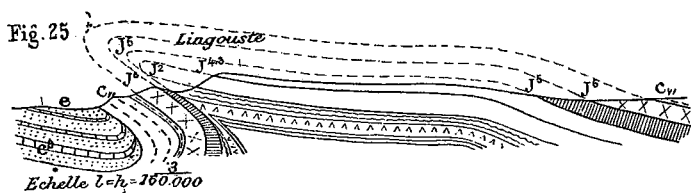
J^{6a} Col du Sambuc. Calcaires gris correspondant aux calcaires blancs de Sainte-Victoire. Au dessous d'eux, en contrebas du château du Sambuc, on trouve des marnes rouges et des grès pris dans le synclinal de Berriasien et Néocomien, dont la branche sud est écrasée, tandis qu'au nord cet étage va s'appuyer sur le Jurassique supérieur.

J^{6b} Calcaire gris, de Concors, qui tourne en forme de dôme. Ces dernières couches ne sont pas rencontrées par la coupe suivant leur plus grande pente.

lement, c'est-à-dire dans une position neutre, comme on a l'habitude de figurer la plupart des failles. L'objection qui m'arrêtait, c'est que je ne connaissais pas de tranchée de chemin de fer ni de galerie de mine montrant le terrain plus récent sous le plus ancien. Aujourd'hui que M. Bertrand nous a fourni l'exemple de la galerie de mine de Fontanieu, nous avons plus de vraisemblance à admettre que le Danien lacustre s'enfonce sous le Jurassique. Il faut avouer que cela ne se voit pas à la surface du sol, mais le tassement de la masse calcaire s'enfonçant dans le terrain lacustre moins résistant a pu contribuer à modifier légèrement et d'une manière superficielle les rapports.

Lingouste. — De l'autre côté de la plaine de Rians se dresse la montagne de Lingouste. Elle est formée, comme Sainte-Victoire, d'un pli couché vers la vallée qu'elle domine, c'est-à-dire vers le Sud. Dans la partie culminante, les calcaires du Jurassique supérieur se rejoignent au sommet du pli, mais à l'est ces couches sont enlevées sur une surface importante de la branche directe, donnant lieu au vallon de Lingouste et de Simiame, où affleurent les marnes oxfordiennes qui circonscrivent un bombement de calcaires et dolomies du Bathonien (fig. 25).

Fig. 25. — Coupe de la montagne de Lingouste un peu à l'Est du sommet.



- c⁰-e* Grès calcaires et marnes rouges du Danien et de l'Eocène.
c_{vi} Néocomien en général: calcaire blanchâtre mêlé de parties marneuses.
J⁶ Calcaire blanc jurassique supérieur.
J⁵ Dolomie.
J⁴⁻³ Calcaires gris.
J² Marnes et petits bancs calcaires — Oxfordien, affleurant seulement dans le fond (hachures ondulées de la figure).

Dans la partie renversée affleure un peu de Néocomien en contre-bas du Jurassique, mais le Danien et l'Eocène lacustres qui, entre Rians et Jonques, sont normalement superposés au Néocomien, s'écrasent contre ces terrains dans le synclinal et ne fournissent pas de couches renversées sous la crête de Lingouste.

Le Néocomien renversé disparaît à son tour, dans la direction de

l'Est, et le Jurassique est en contact immédiat avec le lacustre suivant une ligne sinueuse qui découvre le lacustre plus loin dans les ravins que sur les contreforts qui les séparent. La surface de contact des deux formations, dont cette ligne sinueuse est la trace sur la surface du sol, est donc un plan plongeant au Nord. Sous l'oratoire St Marc les couches inférieures de la formation lacustre apparaissent, très légèrement renversées, tout au moins verticales, au pied du Jurassique supérieur.

On peut établir, en descendant de l'oratoire, vers le S.-E., la succession ci-après (coupe 27).

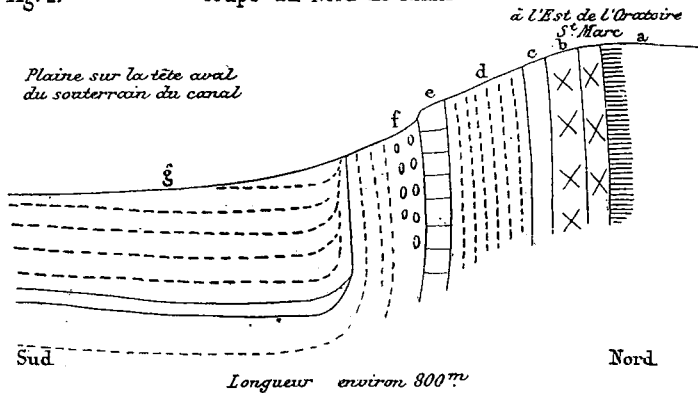
La direction des bancs verticaux tourne vers le Sud et ils deviennent à peu près tangents à l'affleurement du Trias sur lequel est bâti Rians, le long duquel ils finissent en biseau.

La montagne de Lingouste est un ovoïde irrégulier dont le grand axe est dirigé vers le N.-O. Le maximum des poussées qui ont relevé les couches est dirigé un peu obliquement à cet axe et se manifeste aux deux extrémités d'un diamètre dont la direction se rapproche du Nord-Sud. L'une aboutit à la région renversée que je viens d'étu-

Coupe 27, sous l'Oratoire St-Marc, près Rians.

Fig. 27

Coupe au Nord de Rians



- a. Dolomie du jurassique supérieur.
- b. Calcaire blanc rosé, cristallin.
- c. Calcaire blanc jurassique ou peut-être néocomien.
- d. Grès bien stratifié, gris, à grain fin (grès à reptiles, inférieur au calcaire de Rognac).
- e. Calcaire gris, dur, fétide, équivalent du calcaire danien de Rognac?
- f. Grès et pisolithes.
- g. Dans la plaine, où débouche le souterrain du canal, en avant de toutes ces couches verticales, on trouve les marnes rouges micacées mêlées de parties gréseuses. Les couches intermédiaires ont disparu dans le synclinal.

dier, l'autre au pont de Mirabeau. On peut voir en effet, dans la cluse par laquelle la Durance traverse ce massif au pont de Mirabeau, une voûte dissymétrique dans le centre de laquelle est l'Oxfordien le plus élevé (1). Du côté Ouest se succèdent peu inclinées les couches qui constituent la série normale jusqu'au Néocomien. Du côté Est la série est la même, mais les couches sont verticales. Bien que l'effet ait été moins énergique à ce bout de l'ovoïde, puisqu'il n'y a pas renversement, cette verticalité fait le pendant du renversement de la partie qui va du sommet de Lingouste au nord de Rians.

Ce mouvement orogénique est antérieur au Miocène supérieur, puisque le calcaire d'eau douce supérieur à la molasse marine et les marnes rouges, équivalents du calcaire à *Helix Christoli* Math. et des limons à *Hipparion* de Cucuron reposent horizontalement sur les tranches des couches qui forment ce bombement.

Vallée des Palières. — A l'est de Rians est une vallée symétrique de celle qui va vers Jouques. Elle en serait le prolongement sans l'affleurement transversal de Trias sur lequel est posé Rians. Son fond est formé par des marnes rouges micacées et quelques grès siliceux recouvrant le Danien. Les crêtes qui la limitent au nord et au sud sont du Jurassique et de l'Infralias, poussés pardessus ce lacustre. La coupe ci-dessous (fig. 26) nous aidera à comprendre la structure de cette région.

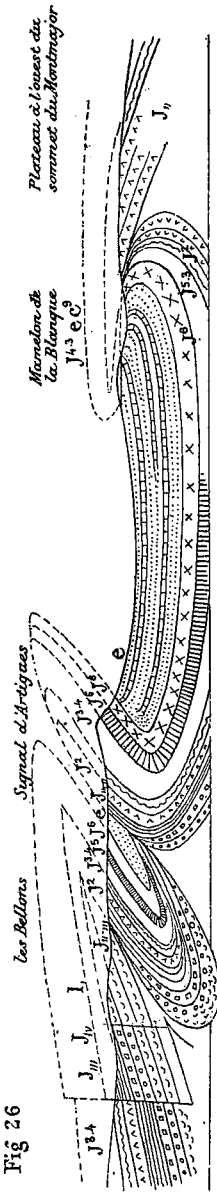
Je décrirai d'abord la bordure Nord de la vallée en commençant par l'Ouest. On voit vers Castillon un affleurement du Danien qui se courbe en arc de manière à être à peu près tangent au massif transversal du Trias et du Jurassique de Rians, pour prendre ensuite la direction générale Ouest-Est de la vallée. Le Danien débute par des grès fins, gris (grès à reptiles de Trets, c^{ad} de la carte), où j'ai trouvé *Flabellaria longirachis* Unger, plongeant au Nord, puis viennent deux bancs de calcaire noduleux. Ils représentent la barre de Rognac, dont ils renferment la faune : *Megaspira*, *Pupa patula* Math., *P. antiqua* Math., *Cyclostoma bulimoides* Math. (*Bauxia* Caziot), *Leptopoma Baylei* Math., *Bulimus salernensis* Math., *Paludina Beaumontiana* Math., *Auricula Requièni* Math.? Ces bancs sont isolés entr'eux et d'avec les autres couches par des marnes rouges et quelques grès siliceux.

Plus haut se trouve un lit de calcaire plus ou moins blanc, avec Bithynies, exploité à la Blanque. Les marnes rouges micacées passant quelquefois au grès, dans lesquelles ce calcaire est intercalé, forment tout le fond de la vallée.

(1) Descr. géol. env. d'Aix, pl. IV, fig. 4.

Au nord de la Blanque, le grès lacustre renversé se trouve en contact avec le calcaire blanc compact du Jurassique supérieur. Ce calcaire blanc était le support naturel, peut-être par l'intermédiaire

Coupe 26 par les Bellons (près Rians), le Signal d'Artigues, la Blanque



- J^{3.4} Calcaire gris du Jurassique supérieur. L'Oxfordien disparaît localement par une petite faille.
- J^{III} Schistes marneux du Bathonien à *Am. tripartitus*.
- J^I Infralias; Calcaires magnésiens et siliceux en petits bancs, de couleur cendrée. Sommet brisé de l'anticlinal des Bellons.
- J^{III-II} Schistes et calcaires du Bathonien réduit.
- J² Marne oxfordienne, très réduite.
- J^{3.4} Calcaire gris; Jurassique supérieur, réduit.
- J⁵ Dolomie id.
- J⁶ Calcaire blanc. id.
- e Formation lacustre.
- J^{III-II} J² J^{3.4} J⁵ J⁶: Bathonien, Oxfordien, Calcaires gris, Dolomies et Calcaires blancs du Jurassique supérieur, renversés: Signal d'Artigues.
- e Marnes rouges micacées et graviers siliceux, éocènes, s'élevant jusqu'au dessus du village d'Artigues et formant toute la plaine au-dessous.

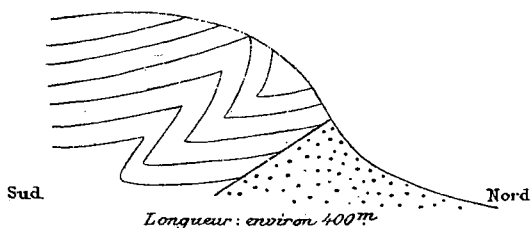
- LA BLANQUE — J^{4.3}: îlot de calcaire gris, stratifié à peu près horizontalement, posé sur les marnes rouges éocènes e.
- Au dessous la coupe montre l'assise de Calcaire à Bithynies intercalé dans les Marnes rouges puis
- C^{9e} Deux bancs de Calcaire gris noduleux (Calcaire de Rognac).
- C^{9d} Grès à *Flabellaria longirachis*.
- J⁶ Calcaire blanc; Jurassique supérieur.
- J^{5.4.3.2} Manquent à l'affleurement: Je les figure hypothétiquement en profondeur; c'est cette série ou celle de la branche nord de l'anticlinal, qui a fourni, par un couchage intense vers le sud, l'îlot de la Blanque.
- AXE DE L'ANTICLINAL DE MONTMAJOR
- J^{II} Calcaire gris dur, du Bathonien supérieur, formant le plateau sur une grande surface.
- J² Marnes et calcaires noduleux de l'Oxfordien (zones à *Am. cordatus* et *Am. transversarius*,

du Néocomien qui aurait disparu par glissement, des couches d'eau douce. Il est aujourd'hui renversé sur elles. Si l'on traverse ce calcaire en se dirigeant vers le Nord, on tombe brusquement dans le calcaire gris, dur, du Bathonien supérieur, plongeant nord. Il manque là la dolomie, le calcaire à *Ammonites polyplocus*, et l'Oxfordien, dans la branche renversée du pli et on passe immédiatement dans la branche directe de l'anticlinal. D'ailleurs les étages qui manquent ici affleurent bientôt à l'Est entre le calcaire blanc et le Bathonien et s'y développent rapidement.

La ferme de la Blanque est adossée à l'Est d'un mamelon dont le soubassement est d'argile rouge et de calcaire lacustre, tandis que le sommet est de calcaire gris jurassique. Nous avons affaire à un de ces pitons à recouvrement anormal, comme il y en a plusieurs vers les glaciers de la S^{te} Baume. Ce calcaire vient de l'anticlinal situé au Nord, couché et traîné jusque sur ce point. Le calcaire blanc et la dolomie ont été supprimés dans ce glissement. L'érosion a séparé complètement ce lambeau jurassique de sa racine située à 800^m au nord.

A partir de la Modeste, la branche renversée du pli de Montmajor disparaît totalement et le Jurassique supérieur, formé de calcaires gris de la branche nord, directe, à peu près horizontale, se met en contact avec les couches supérieures, non renversées, du lacustre,

Coupe entre Esparron de Palières et S^t Martin Fig. 28



Coupe 28, entre Esparron de Palières et Saint-Martin, montrant l'Infrallias plissé reposant sur l'argile rouge éocène.

suivant une surface qui s'enfonce sous le Jurassique. Le pli a complètement dégénéré en faille. A la partie orientale de la colline de Montmajor, les couches les plus élevées du Jurassique, c'est-à-dire les calcaires blancs, forment le sol. L'îlot de calcaire blanc de Laval, isolé au milieu de l'Eocène, a été considéré par M. Zürcher, auteur de la feuille de Draguignan, sur laquelle il se trouve, comme un

lambeau de recouvrement. On peut le rattacher au calcaire blanc de Montmajor.

Au Sud de la vallée de Palières, le terrain lacustre monte généralement très haut sur le flanc de la vallée, par exemple jusqu'au dessus du château d'Artigues. Le Jurassique complet du signal d'Artigues se renverse sur lui. A partir d'Artigues, le calcaire blanc jurassique supérieur manque et ce sont les dolomies inférieures à ce calcaire qui se mettent en rapport avec les argiles rouges. Enfin, à Esparron, l'Infralias arrive à son tour pour former la suite de la crête qui limite la vallée. Mais c'est l'Infralias de la branche sud, non renversée, de l'anticlinal : il ne reste plus rien de la branche renversée. Dans le principal ravin entre Esparron et St Martin, on voit l'Infralias, doublement plissé, reposer par une surface oblique sur les argiles rouges (fig. 28). La ligne de contact s'avance jusqu'au confluent des deux ruisseaux.

L'étude du Jurassique au sud de la crête des Palières révèle de singulières complications stratigraphiques. J'ai dit que le Jurassique du signal d'Artigues est renversé au Nord. C'est ce que montre la coupe 26 ; je l'avais d'ailleurs ainsi figuré dès 1880 (pl. IV, coupe 8) (1), dans une coupe passant par Coquillat, un peu à l'Ouest de la coupe actuelle. Entre ce Jurassique et l'Infralias des Bellons, j'avais marqué une faille avec un point d'interrogation, me demandant si tout ce Jurassique ne s'enfonçait pas simplement sous cet Infralias. La structure est plus compliquée que tout cela. J'ai découvert depuis lors un petit affleurement de lacustre *l* dans le fond de la dépression entre le signal et les Bellons (voir la coupe), entre les calcaires et schistes bathoniens d'une part et l'Infralias d'autre part. Ce lacustre est formé de marne rouge, de pisolithes à centre géodique cristallin (cailloux anguleux empâtés, puis dissous), avec os de reptiles roulés. Ce lacustre, qu'il soit danien ou éocène, est impossible à méconnaître. En outre, il est accompagné du côté du sud par du calcaire blanc et de la dolomie, plus quelques bancs de calcaire gris du Jurassique supérieur, par quelques décimètres de schistes oxfordiens froissés, par une bande de dolomie bathonienne, par des schistes gris où j'ai trouvé l'*Am. tripartitus*, avant d'arriver à l'Infralias des Bellons.

Un petit affleurement de calcaires roux, avec silex du Bajocien ou peut-être du Lias, se montre à 100 ou 200^m à l'est de la coupe, entre le Bathonien et l'Infralias, ajoutant un dernier trait à la clarté de cette succession. J'avais le plaisir d'être accompagné par M. Bertrand, la dernière fois que je l'ai revu.

(1) Loc. cit.

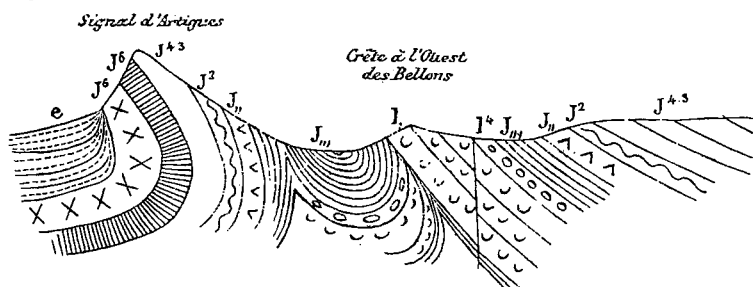
La série renversée est donc double ; il y a celle du signal d'Artigues, puis celle que je viens d'énumérer. Le lacustre marque le fond d'un synclinal dont la branche qui lui est commune avec l'anticlinal d'Artigues s'est étirée et a disparu par glissement. C'est ce que j'ai figuré sur la coupe qui accompagne ce travail. J'ai donné à ce synclinal un développement sans doute exagéré en profondeur, afin de le rendre plus facilement visible sur la figure.

D'ailleurs les étages récents disparaissent du synclinal peu à l'ouest de la coupe et le sol se montre formé, sur une grande surface, par le Bathonien dans lequel il y a un anticlinal suivi au sud d'un synclinal, tous les deux couchés au nord et la branche renversée du dernier étant recouverte par l'Infralias en transgressivité mécanique, comme le montre la figure 29.

Dans la direction de l'Est le synclinal disparaît rapidement et une coupe Nord-Sud, par Pilhaud, qui est au contact de l'Oxfordien et de l'Infralias, montre l'anticlinal oxfordien recouvert par les dolomies du Jurassique supérieur. Sur le terrain on voit des schistes grumeleux, dernières couches oxfordiennes, contournés en voûte et recouverts d'abord par des calcaires, puis par des dolomies, qui forment la retombée de la voûte au Nord et au S.-E. Un peu plus à l'Est, l'Oxfordien n'affleure plus par suite de l'absence d'érosions

Fig. 29

Coupe à l'Ouest des Bellons



Coupe 29, un peu à l'Ouest des Bellons. — Les lettres ont la même signification que dans la coupe 26. (Le dessin est orienté en sens inverse : le nord qui, dans le premier, était à droite, se trouve ici à gauche).

suffisantes et la dolomie constitue toute la colline. La faille oblique, dégénérescence d'un pli, qui fait affleurer l'Infralias aux Bellons, à Pilhaud, va passer à Esparron, où elle supprime des affleurements, ai-je dit, tous les éléments renversés. Avant d'arriver là, elle présente encore un point curieux, c'est à 800^m à l'E. de Pilhaud, en un point jalonné par un grand pin. Au Nord est la dolomie du Jurassique supérieur, au Sud celle de l'Infralias, et sur les parois d'un vallonnet qui descend au S.-O., sous l'Infralias,

apparaissent les marnes rouges du terrain lacustre ! Cet affleurement est-il le prolongement matériel du lacustre de la vallée de Palières, qui se continuerait vers le Sud, durant un kilomètre, sous le Jurassique qui forme la crête ? La surface du contact anormal des deux terrains serait alors à peu près horizontale. Sans rejeter absolument la vraisemblance de cette explication, qui, d'ailleurs, peut être proposée aussi pour le lacustre au nord des Bellons, je considérerai plutôt le lacustre à l'est de Pilhaud comme une dépendance de la retombée au Sud de la voûte jurassique. Les calcaires blancs qui devraient se trouver entre la dolomie et le lacustre auraient glissé et se seraient perdus, à moins qu'ils n'aient fait défaut par suite d'érosion antérieure au Danien.

Enfin, à la limite des feuilles d'Aix et de Draguignan, vers les bastides de Valensole et de Palières, il y a une dépression au milieu de l'Infralias, dans laquelle on voit les marnes vertes qui sont à la limite de l'Infralias et du Keuper. Cela est tout naturel. Mais il y a sur la bordure nord de cette dépression, des schistes bathoniens ! Je suis disposé à y voir, avec M. Bertrand, du Bathonien renversé sous l'Infralias et mis à nu par cette trouée de l'Infralias.

Dans la partie N.-O. de la feuille d'Aix, il y a des plis anticlinaux dissymétriques dont une branche atteint la verticale, mais cette position est rarement dépassée. Ces accidents sont plus récents que ceux que nous venons d'étudier. La molasse marine helvétique est légèrement renversée sous le calcaire blanc oligocène perforé par les mollusques et sensiblement concordant avec elle, au pied sud de la Trevaresse. On peut voir cela, en suivant le grand chemin d'Aix à Rognes, au point où il croise le canal du Verdon.

Au pied des collines de Lambesc, vers Janet et Caire, la molasse est à peu près verticale au pied du Néocomien qu'elle a dû recouvrir autrefois, mais d'où les érosions l'ont enlevée, particulièrement dans la partie pliée.

Suivant la même direction E.-N.-E., mais sur un alignement un peu plus méridional, la molasse atteint la verticale au nord de Pélissane en face du Jurassique supérieur et du Valanginien. Cet accident peut s'observer aux ruines de la Penne, aux Birones. A l'Ouest, la pente diminue un peu et la molasse de la plaine se raccorde par une voûte avec celle du plateau d'Aurons. A l'Est, vers Lambesc, le mouvement est plus lent et la molasse vient également monter sur le Néocomien du plateau.

De l'étude précédente il résulte que la feuille d'Aix présente plusieurs plis couchés. Ceux-ci peuvent se trouver sur les deux bords opposés d'une vallée (vallée du Lar) ; ils peuvent former le passage

d'une région surélevée à la plaine sur ses deux bords (plateau au nord de Vauvenargues) aboutissant au sud au pli de Sainte-Victoire, au nord à celui du grand Sambuc ; on pourrait ajouter le plateau de Lingouste si les couches de Mirabeau avaient fait un mouvement de quelques degrés de plus). Il y a par suite ordinairement *alternance dans le sens où les plis consécutifs sont couchés*.

M. **Renévier** est heureux de constater avec quelle certitude les grands plissements du sol, si bien visibles dans les Alpes, s'étendent jusqu'à la Provence, où ils étaient à peu près inconnus avant les travaux de M. Bertrand.

Comme terme de comparaison entre les plis alpins et ceux que la Société vient de visiter, M. **Kilian** décrit sommairement un remarquable exemple de plissement qu'il vient d'observer dans les Alpes.

*Sur l'allure tourmentée des plis isoclinaux
dans les Montagnes de la Savoie,*

par M. **Kilian**.

Avec deux planches en phototypie (Pl. XXV et XXVI) et une figure dans le texte.

Les remarquables études de MM. Marcel Bertrand et Zürcher ont établi d'une façon incontestable l'existence des plis couchés et des phénomènes de recouvrement en Provence. Si de la lecture attentive de ces beaux travaux et des observations que nous venons de faire sous la direction de nos deux confrères, il ressort nettement que l'explication donnée par M. Marcel Bertrand des phénomènes orogéniques dont a été le théâtre la région provençale, est *la seule* qui puisse rendre compte de tous les faits observés, il n'en est pas moins vrai que l'érosion a considérablement altéré la netteté de cette structure. Le stratigraphe qui étudie cette intéressante région est obligé de restituer par la pensée la continuité des assises disparues, de se livrer à un travail de *reconstruction* qui, pour être rigoureusement logique et confirmé par une infinité de détails et de faits, n'en est pas moins théorique. Aussi bien certains esprits, peu familiarisés avec les allures qu'affectent les strates dans les régions fortement disloquées, ne peuvent-ils s'empêcher, quoique pleinement convaincus par la magistrale analyse des dislocations provençales à laquelle vient de nous convier M. Bertrand, d'être quelque peu surpris des renversements, des plis déroulés sur des vingtaines

de kilomètres, des superpositions étranges que, pendant plusieurs jours, on leur a fait constater. Il est difficile, devant l'îlot triasique du Beausset, isolé sur son substratum crétacé, devant le puits du Fontanieu qui fait voir le Muschelkalk reposant sur la Craie supérieure, de ne pas se dire que

« Le vrai peut quelquefois n'être pas vraisemblable. »

Nous croyons intéressant à cette occasion d'attirer l'attention sur un exemple de dislocations analogues à celles que la Société vient d'étudier en Provence, mais emprunté à une région plus accidentée du sol de la France, où les inflexions des couches et les plissements des assises se montrent nettement dessinées sur les parois rocheuses des montagnes et où la part de la reconstruction théorique est moins grande que pour les collines du Var et les Bouches-du-Rhône. Les photographies jointes à ce travail permettent de se rendre compte de la netteté avec laquelle se présentent, dans certaines régions, les phénomènes du plissement. Nous serons heureux si cet exemple contribue à montrer une fois de plus que les renversements et les plis couchés doivent être considérés comme des dislocations habituelles aux zones plissées de l'écorce terrestre et que l'effort orogénique n'a pas eu en Provence un caractère d'intensité aussi anormal qu'il semblerait au premier abord.

C'est dans la partie des Alpes de Savoie qui sépare la vallée de l'Arc de celle de l'Isère, dans la 2^{me} zone de Lory (zone du Briançonnais *p. parte*), que nous avons observé le pli couché à « plan axial ondulé » dont nous nous proposons de donner la description.

Les assises variées qui forment, dans la basse Maurienne, la partie occidentale (externe) de la « Zone du Briançonnais (1) » sont uniformément inclinées vers l'Est ; elles représentent, en gros, un vaste synclinal compris entre le massif cristallin de la zone du Mont-Blanc et l'anticlinal houiller de Briançon-Saint-Michel-Bozel ; le noyau de ce pli concave est occupé par une bande de dépôts nummulitiques. A l'est du synclinal nummulitique se trouve une zone d'assises mésozoïques, comprenant les diverses couches du Trias et du Jurassique inférieur et constituant, entre les vallées de l'Arc et de l'Isère, les massifs des Encombres, de la Grande Moënda, du Cougne, de l'Arpette, etc., qui séparent la bande éocène des larges affleurements houillers de Pécelet et de la vallée de St-Martin-de-Belleville (vaste anticlinal) auxquels Lory avait donné le nom de 3^e zone

(1) V. à ce sujet la définition de ce terme, qui est dû à M. Diener, dans notre récent mémoire sur les chaînes alpines (*B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIX, p. 571, 1891.)

alpine. Les hautes vallées du Nantbrun, du torrent d'Hanamour et le vallon de Varlossière, situés sur les confins de la Maurienne et de la Tarentaise, permettent d'étudier la constitution de cette zone mésozoïque et notamment la structure de la Montagne du Coin (dite aussi Rocheviolette) et des Aiguilles de la Grande Moënda.

Une ligne d'escarpements formant le flanc sud de la vallée du Nantbrun fournit une coupe naturelle remarquable par sa netteté (v. pl. XXVI) et facilite considérablement l'intelligence des dislocations qui ont affecté cette partie des Alpes de Savoie. Il résulte de l'examen attentif des divers profils relevés avec soin pendant nos tournées de cet été que la structure de ces montagnes est beaucoup moins simple qu'on pourrait le croire à première vue.

Les divers dépôts (1) qui prennent part à la constitution du massif sont les suivants :

TRIAS. — Les *Quartzites* et les *Calcaires triasiques* affleurent dans la dépression de Varbucho à peu de distance au nord de l'arête qui fait l'objet de cette étude et où nous les avons décrits récemment ; on les suit jusque vers la cabane du Plane. Le *Trias supérieur* est constitué par des gypses et des cargneules d'un jaune clair, surmontés d'une suite de schistes rouges et violacés, se délitant en plaquettes assez compactes et remarquables par leurs teintes vives, ce qui permet d'en découvrir de loin les moindres affleurements. Cette coloration rappelle beaucoup celle des marnes irisées de Lorraine.

Le Trias supérieur forme le noyau de deux anticlinaux superposés : dans le pli inférieur, il est visible sur le sentier au col même du Bonnet-du-Prêtre dont le nom est dû probablement à un gros bloc de cargneule qui commande le passage. De là, on peut suivre, sur une petite distance encore, les cargneules au pied du talus liasique (v. Pl. XXVI) vers le N.-E., puis elles disparaissent sous les éboulis et ce n'est que plus loin, au-delà des limites du panorama que nous figurons, que réapparaît le Trias sous forme de schistes bariolés et de gypses formant la partie inférieure des escarpements de la Moënda et de Lavrière, sur la rive droite du Nantbrun. Le noyau triasique du pli supérieur qui se raccorde au précédent par les cargneules de la Platière (visibles sur la Pl. XXV) forme la pente S.-E. du Coin (Rocheviolette) ainsi que le sommet de cette monta-

(1) Pour plus de détails sur ces assises, consulter : Notes sur la structure et l'histoire des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes ; *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XIX, p. 571-661, 1891 ; Sur la structure du massif de Varbucho, *Bull. Soc. d'hist. nat. de Savoie*. Chambéry, mars 1891.

gne, comme le fait parfaitement voir la Pl. XXV. On retrouve des lambeaux de ce noyau triasique à l'E. sur le chemin de Varlossière.

JURASSIQUE. — *L'Infralias* présente son aspect habituel : au-dessus des schistes versicolores du Trias, on voit quelques bancs de calcaire noir, roussâtres à l'extérieur et pétris de petits fossiles indéterminables (nous rappelons qu'on y a trouvé un peu plus au nord l'*Avicula contorta*). Un gros banc se fait remarquer à ce niveau ; il se traduit dans le relief par une corniche saillante et dessine parfaitement (v. Pl. XXVI) le pli de Rocheviolette dont la concavité est occupée par le Trias renversé.

Vers la gauche de notre vue, on remarque au dernier plan les Aiguilles de la grande Moënda formées de couches résistantes ; ces calcaires, ainsi que ceux qui prennent part à la constitution du sommet situé plus à l'ouest, appartiennent à la division inférieure du Lias (1) que nous désignons par le terme de *Lias calcaire*.

Ce *Lias calcaire*, sans renfermer ici de brèches comme plus au nord et au sud-est, se distingue cependant nettement par ses petits bancs solides alternant avec des schistes noirs, des assises supérieures de l'étage entièrement schisteuses et exemptes de couches calcaires. Cette division inférieure du Lias est ici, comme dans la plus grande partie des Alpes françaises, l'équivalent du Lias inférieur et de la base du Lias moyen. La grosse pierre des Encombres, qui est située à très peu de distance à l'E. du massif que nous étudions, appartient à cette assise. Nous y avons récolté un grand nombre d'espèces liasiennes (2).

(1) Liasien compris, car nous avons recueilli, cet été, dans le Lias calcaire, entre Moutiers et Aigueblanche, *Am. (Rhacophyllites) diopsis* Gemm. (Gemmellaro. Sui fossili degli Strati à Ter. *Aspasia*. Pl. II, fig. 6-7), forme très singulière et facilement reconnaissable.

(2) Quelques heures de recherche en ce point nous ont fourni encore récemment : *Am. (Lytoceras) fimbriatus* Zietl. ; *Am. (Liparoceras) striatus* Rein., var. *Zieleni* Quenstedt. (= *A. Henleyi* in Dumortier. Bassin du Rhône, III, p. 76, pl. XVIII, fig. 1 ; id. von Hauer Ceph. Lias N.-O. Alpen, pl. XX, fig. 4-6). L'échantillon des Encombres rappelle beaucoup les deux figures citées.

Am. (Aegoceras) capricornus Schloth. (*maculatus* Phill., *planicosta* d'Orb. en nombreuses variétés.

Am. (Harporoceras) sp. ;

Belenniles elongatus, Miller ;

Gryphæa cymbium Lam. ;

Nombreux Lamellibranches ;

Spiriferina sp.

Ces fossiles sont renfermés dans un calcaire gris à silex rappelant vivement le Lias de Pramelier près de la Grave, dans le Dauphiné.

Le *Lias schisteux* est très développé sur le versant du Nanthrun, où il constitue d'immenses talus noirs, formés par une roche calcaréomarneuse, feuilletée, qui correspond, — ainsi qu'en font foi les fossiles recueillis dans d'autres parties de la Savoie (*Am. margaritatus* à Saint-Colomban-des-Villars, *Harpoceras*, sp. près de Saint-Jean-de-Maurienne), — à la partie supérieure du Liasien et au Toarcien. Il est pincé, sur le flanc nord du massif, entre deux bandes de Lias calcaire et forme le noyau synclinal contourné dont on aperçoit nettement la schistosité sur notre panorama (Pl. XXVI).

TERTIAIRE. — Des grès *nummulitiques*, polygéniques et grossiers, forment, avec le Flysch, les montagnes situées à l'ouest du col du Bonnet-du-Prêtre et que nous avons décrites dans un récent travail sur le massif de Varbuche.

Il est facile également d'étudier la disposition de toutes ces assises sur les flancs dénudés de la Montagne du Coin ou Rocheviolette, ainsi nommée à cause des dépôts triasiques qui en forment le versant sud-est et qui ont frappé, par les rutilances de leur coloration, les habitants du pays.

En remontant la gorge d'Hanamour, vers le col du Bonnet-du-Prêtre, par le Plan de Monsieur et Brune, on ne tarde pas, après avoir traversé le Lias et le Trias des environs de Saint-Jean-de-Maurienne (Champessuit), à pénétrer dans le massif de grès nummulitiques et de marnes à plaques arénacées du Flysch, que l'on traverse très obliquement (Plan de Monsieur); on aperçoit alors la Montagne du Coin sous l'aspect que représente notre vue photographique (Pl. XXV) (1). Le Trias est visible de loin, au pied de Rocheviolette (rochers jaunes de cargneules de la Platière), à l'O. au col du Bonnet-du-Prêtre et surtout sur le flanc oriental où l'on distingue même les bancs inclinés vers le S.-E. Le flanc O., plus abrupt, montre un petit noyau synclinal jurassique très net, grâce à sa teinte foncée et à cause du gros banc rhétien qui fait saillie et dessine la courbure du pli. Au dernier plan, vers le N.-E., apparaissent sur le Trias de nouvelles assises jurassiques. Au premier plan se montrent les couches bien litées (pendage Est) et ravinées du Nummulitique et du Flysch.

(1) Les photographies qui accompagnent ce travail ont été faites par M. Pierre Lory, préparateur à la Faculté des Sciences de Grenoble. Nous avons eu soin d'indiquer, sur les transparents qui couvrent nos planches, la disposition exacte des couches par des traits pleins, et l'allure probable des parties enlevées, par des lignes ponctuées. Les noms d'assises, écrits à l'envers, indiquent que la série des couches est renversée.

Il est évident que nous avons sous les yeux un anticlinal à noyau triasique, dont on voit parfaitement la « racine » et qui se présente couché vers l'O. en formant le plan incliné de Rocheviolette, et en recouvrant le petit noyau synclinal d'Infralias pincé entre le flanc renversé de l'anticlinal couché et le Trias normal du col du Bonnet-du-Prêtre (Pl. XXV).

Il n'est pas difficile, en effet, de constater l'existence d'une suite de plis N.-S. couchés vers l'O., entre le synclinal nummulitique et la zone houillère orientale. Le vallon des Encombres (Gitamelon), qui limite à l'E. la chaîne de la Moënda, est situé dans les assises triasiques (gypses, quartzites) qui bordent l'anticlinal houiller (1) ; en se dirigeant de cette vallée vers Rocheviolette, on chemine normalement à la direction des couches.

C'est ainsi que le vallon de Varlossière offre une bonne coupe de l'est à l'ouest. En remontant de Genouillet vers le col du Chatelard, on rencontre successivement une série d'assises à pendage Est : c'est d'abord le Lias inférieur, puis le chemin traverse un synclinal de Lias schisteux (Chalet de Varlossière), rentre dans le Lias inférieur qui remonte jusqu'au sommet des Aiguilles de la Grande Moënda (Pl. XXVI), pénètre dans l'Infralias et dans les schistes rutilants du Trias, puis rencontre un mince synclinal liasique et retombe dans le Trias (au col) dont les cargneules et les schistes, un instant interrompus par un tertre de calcaires infraliasiques, se suivent facilement jusqu'au sommet du Coin, sur le flanc occidental duquel les rutilances du Trias sont de nouveau interrompues, au-dessus du col du Bonnet-du-Prêtre, par un petit synclinal d'Infralias, tandis que les dolomies et cargneules forment dans la dépression des pâturages de la Platière une éminence dénudée (bien visible sur la Pl. XXV).

Dans la vallée du Nantbrun, les escarpements qui dominent au sud-est le cirque de Varbuche et qui ne sont autre chose que le versant N.-O. de la Montagne du Coin et de la chaîne de la Moënda, offrent en un panorama dont nous donnons (Pl. XXVI) la photographie, une coupe naturelle *exactement perpendiculaire à celle que nous représente la Pl. XXV*. Cette coupe (fig. 31), tranche des plis à peu près *parallèlement à leur charnière*, est fort instructive : tout d'abord un synclinal infraliasique à noyau rouge triasique et que dessine fort bien le gros banc rhétien, frappe le regard : il représente, avec les couronnements de Lias calcaire que l'on

(1) On constate même un petit synclinal secondaire formant, entre deux bandes de quartzite, une zone gypseuse assez étroite.

aperçoit à gauche, la section d'un *des anticlinaux*; en dessous, les talus noirs comprennent la série liasique redoublée sur elle-même et forment le *noyau synclinal* ici également assez tourmenté, ainsi que le font voir les allures des schistes du Lias supérieur en dessous du col situé entre le massif de la Moënda et Rocheviolette (v. Pl. XXVI). Vers le bas des pentes réapparaissent, en partie masqués par les éboulis, l'Infralias et le Trias du *second anticlinal*, visibles jusqu'au col du Bonnet-du-Prêtre, où l'Infralias forme une voûte, fermant le noyau synclinal compris entre les deux anticlinaux. Le Trias de l'anticlinal inférieur se continue au N.-E., où il forme de vastes ravins, très près de la limite de notre panorama (dans la partie voisine du bord de notre photographie, à gauche, on en aperçoit quelques affleurements).

Si l'on essaye de coordonner maintenant les résultats fournis par l'examen auquel nous venons de nous livrer, on arrive aux conclusions suivantes :

1^o La coupe du ravin de Varlossière montre qu'entre l'anticlinal houiller de la 3^e zone alpine et le synclinal nummulitique de Varbuche (2^e zone) se pressent (1) *trois anticlinaux* à noyau triasique — tous trois isoclinaux, c'est-à-dire offrant un pendage uniforme des assises vers l'Est — et *trois synclinaux* occupés par le Lias.

2^o La montagne de Rocheviolette avec son couronnement triasique permet de constater avec plus de netteté encore la nature de ces plis et leur *empilement*; ils sont tous couchés vers l'Ouest, les uns sur les autres, ainsi que le montre la superposition du Trias à l'Infralias sur le flanc O. de Rocheviolette.

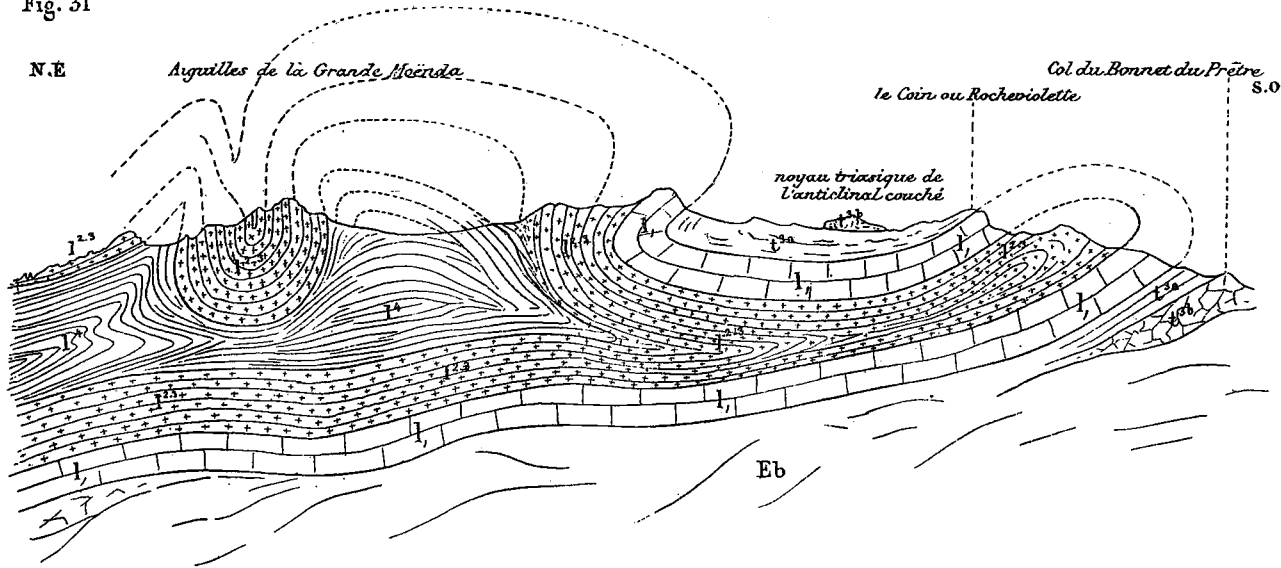
3^o Enfin le profil naturel de la vallée du Nantbrun (côté S.-E.) à peu près parallèle à la charnière de ces plis, donne une coupe transversale (fig. 34) de leur empilement et permet de voir nettement que le noyau de chacun de ces anticlinaux est fort tourmenté, qu'il n'est pas limité par deux surfaces planes, mais par des surfaces ondulées. On peut donc dire que le pli Rocheviolette-Moënda a son axe ondulé ou, en nous servant d'une expression incorrecte d'ailleurs, mais qui exprime assez clairement notre idée, que le *plan* (2) *axial* de ce pli est *ondulé*.

(1) Outre quelques ondulations secondaires, comme celle du Trias à l'E. de Genouillet, vers Geffriand.

(2) En accordant au mot *plan* une signification analogue à celle que lui donnent les zoologistes et ne correspondant pas à sa définition géométrique. Un plan ne saurait être en effet ondulé au sens mathématique du mot. Le terme de « *surface axiale* » ne serait du reste, pour d'autres raisons, pas moins incorrect.

Fig. 31.

Fig. 31



Coupe O.-S.-O, E.-N.-E, schématisant le profil naturel de la Pl. XXVI, parallèle à la charnière des plis.

La poussée tangentielle qui doit être considérée comme la cause de la plupart des dislocations alpines, n'a donc pas ici produit des résultats absolument réguliers ainsi que l'attestent les lignes sinueuses que décrit chacune des charnières anticlinales.

Cette irrégularité a probablement son origine dans la sinuosité remarquable que montrent *dans leur direction* les plis de cette région et que met clairement en évidence le tracé sur une carte des lignes synclinales et anticlinales, sinuosité due elle-même, sans doute, à la résistance inégale des matériaux plissés ou peut-être à l'existence de reliefs peu accentués antérieurs aux derniers mouvements orogéniques.

Rien n'autorise à considérer le double déploiement que nous venons de décrire comme dû à plusieurs actions distinctes et successives ; bien au contraire, l'allure générale de ces dislocations donne l'impression qu'elles se sont produites pour ainsi dire simultanément.

Nous ne croyons donc pas qu'il faille voir là l'effet de deux poussées distinctes, consécutives et agissant dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre.

Ajoutons en terminant que les plis de la nature de ceux que nous venons d'analyser et dont nous avons étudié les allures ne sont pas rares dans la zone du Briançonnais. La netteté avec laquelle les sinuosités des assises peuvent se suivre dans le massif de la Grande Moënda et l'heureux contraste de couleurs qui rend si apparents les anticlinaux triasiques ont seuls motivé notre choix.

Nous espérons que ces coupes si nettes, si instructives, ne tarderont pas à être visitées par quelques-uns de nos confrères. L'attrait que présentent les excursions dans ce coin ignoré de nos Alpes où la végétation n'est plus assez puissante pour altérer la sévérité d'un paysage vraiment grandiose et contrastant avec la verdure uniforme des vallées, compensera largement leurs fatigues.

M. **Vasseur** fait une communication sur la géologie des environs de Marseille et sur l'âge des plis de la Provence.

A la suite de cette communication, M. **Collot** présente les remarques suivantes :

J'ai marqué l'importance des mouvements orogéniques entre l'Eocène du Montaignet et Cuqués d'un côté et le groupe d'Aix ou formation à gypse (1), de l'autre. Le deuxième groupe est discordant sur le premier.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. V, p. 480 (1877).— *Descr. géol. env. Aix*, p. 178 (1881).

Depuis lors, j'ai placé (1) les argiles rouges des Milles, qui sont le premier terme du groupe d'Aix, dans l'étage ligurien, plus haut que Matheron et même Fontannes. Je ne prétends pas d'ailleurs qu'elles forment cet étage à elles seules et qu'on ne puisse encore y faire entrer, si l'on veut, quelque autre chose, par exemple le gypse d'Aix. J'ai été décidé à ne pas mettre les argiles des Milles dans le Bartonien, comme cela avait lieu jusqu'ici, par ce fait qu'elles reposent, à Saint-Pons, sur un calcaire à *Planorbis crassus* M. de Ser., *Pl. cfr. cornu* Brong., *Lymnæa pyramidalis* Brard, *L. cadurensis* Noul., *Helix albigensis* Noul., *H. corduensis* Noul. Ce calcaire termine la série lacustre ancienne comprenant les calcaires de Roquefavour, sur lesquels ceux-ci s'appuient et les calcaires du Montaignet.

Sa faune de mollusques ferait songer à la paralléliser avec le Ligurien du Mas Sainte-Puelles, et par suite avec le gypse de Paris. Je veux être plus modéré et en faire seulement du Bartonien, de manière à pouvoir placer dans le Ligurien les argiles rouges et grès des Milles et ne pas être amené à trop rajeunir les couches à gypse et à plantes qui viennent par dessus les argiles rouges : on sait que M. de Saporta a plaidé dernièrement leur maintien au sommet de l'Eocène.

Les grands mouvements orogéniques de la région sont donc, sauf nouvelle découverte, compris entre le Bartonien et le Ligurien.

M. Zürcher fait une communication sur une explication théorique de l'existence de plis couchés, inclinés en sens inverse.

Il indique ensuite les principaux faits qui doivent être observés dans la course de l'après-midi et dans celle du lendemain.

La séance de Brignoles devant être la dernière de la session, M. Bertrand remercie de nouveau ses confrères, et il prie M. Depéret de lire en son nom quelques paroles de clôture.

J'espère, dit-il, avoir atteint le but que je m'étais proposé en conduisant la Société en Provence et avoir convaincu mes confrères de la réalité de ces grands phénomènes de chevauchement, qui forment le trait dominant de la structure du pays. Nous en verrons à Salernes de nouveaux exemples ; M. Collot vient de nous exposer ceux qu'il a observés sur la feuille d'Aix. On peut donc dire que ces phénomènes ont en Provence un caractère frappant de généralité.

En présence de cette généralité, en présence de coupes aussi nettes que celle que M. Zürcher nous montrait hier à Saint-Christophe,

(1) Carte géol. $\frac{1}{80000}$ feuille d'Aix.

on s'étonne presque que la question de ces superpositions anormales se soit posée si tard. Au Beausset, la difficulté a été longtemps écartée par l'hypothèse d'anciens récifs dans la mer crétacée, mais partout ailleurs elle ne semble même pas avoir été remarquée. Il y a là un exemple intéressant de la subordination involontaire des observations aux idées admises; pour voir les choses, il faut les croire possibles. Sans doute on savait depuis longtemps que la houille existe en Belgique sous le terrain dévonien; on savait aussi que dans les Alpes de Glaris, le Permien est superposé au Nummulitique; mais tant que ces faits sont restés mal expliqués, on n'a rien signalé dans aucune région qui pût en être rapproché. A partir du jour, au contraire, où M. Gosselet, pour le bassin franco-belge, a coordonné toutes les anomalies connues dans une théorie simple et rationnelle, à partir surtout du jour où M. Heim, dans son admirable ouvrage sur la formation des montagnes, a démontré en quelque sorte le mécanisme du phénomène et l'a rendu familier à tous ses lecteurs, les découvertes du même ordre se sont succédé presque d'années en années. En Ecosse, aux Etats-Unis, au Canada, aussi bien qu'en Provence, on a reconnu que les déplacements horizontaux jouent partout, dans les grandes chaînes de montagnes, un rôle au moins comparable à celui des déplacements verticaux. C'est là un résultat théorique d'un grand intérêt général, et dont l'honneur revient tout entier à ceux qui l'ont préparé et rendu possible. Notre session serait incomplète si elle ne se terminait par un souvenir à l'adresse des deux maîtres dont nous regrettons l'absence et par un hommage rendu à leurs travaux.

M. **Depéret** prononce ensuite la clôture de la réunion extraordinaire.

Compte-rendu de la Course du 4 Octobre,

par M. **Zürcher**.

La Société est partie de Brignoles à une heure et a suivi la route de Cuers pour arriver au village de La Celle, dans la région intéressante qu'elle se proposait de visiter.

Au moment où la route tourne à gauche, les talus d'amont montrent un affleurement très réduit d'Infralias, où les marnes vertes du niveau à *Avicula contorta* touchent presque les dolomies supérieures. Déjà les étirements ont eu là une action importante; le Lias, les calcaires à silex bajociens sont très réduits aussi.

La série devient ensuite plus normale, et on peut reconnaître, avec des fossiles abondants, la zone à *Amm. Sowerbyi* formant croûte au dessus des calcaires à silex et au dessous des calcaires marneux qui les surmontent.

Un emprunt fait pour les travaux du chemin de fer dans ces calcaires marneux a bien dégagé l'affleurement, et la Société a pu ramasser d'assez nombreux fossiles. Notre confrère M. Kilian a bien voulu nous communiquer la liste des espèces qu'il a recueillies, elle ajoute quelques noms et aussi de légères modifications à l'énumération que nous avons donnée dans un travail publié à ce sujet dans le Bulletin (1) :

Belemnites Munieri Desl.

Sonninia læviscula Sow. = *Ludwigia corrugata* Douv.

Sonninia adicra Waag.

Cæloceras Baylei Opp. sp.

Modiola cuneata Sow.

Pecten læviradiatus Waag.

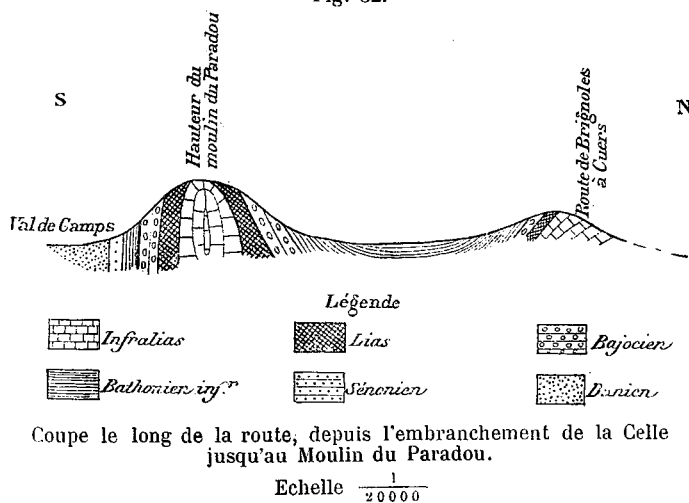
Ostrea sp.

Rhynchonella sp.

Rhabdocidaris copeoides.

Les couches marneuses du Bajocien et du Bathonien, peu riches en fossiles, se courbent ensuite en synclinal à mesure qu'on avance sur la route, leur pente s'accroît vers le nord, et bientôt réappa-

Fig. 32.



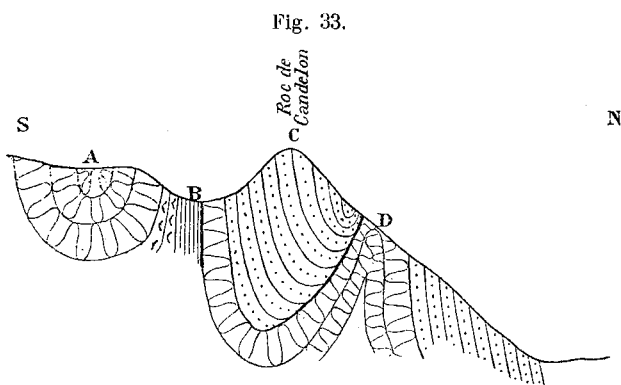
(1) B. S. G. F., 3^e série, t. XIII, p. 9, 1884.

raissent le Bajocien et le Lias qu'on voit, dans la hauteur à laquelle s'adosse le moulin du Paradou, se replier à nouveau en anticlinal très fermé dont le flanc méridional est presque surplombant (fig. 32).

Remettant à la fin de la course la suite de l'étude de ce coin de la région, la Société se dirige vers le flanc opposé du Val de Camps dans lequel elle vient d'entrer, et atteint assez rapidement le pied des hauteurs, après s'être arrêtée à plusieurs reprises pour contempler la majestueuse pyramide de Candelon et en reconnaître la constitution compliquée qui donne lieu à d'intéressantes discussions.

On s'engage ensuite dans un ravin profond, sur l'un des flancs duquel une escalade rapide conduit la Société en un point d'où la pente opposée offre un remarquable spectacle que nous avons décrit dans le Bulletin des services de la Carte géologique de la France et des Topographies souterraines (1), et où il est reproduit par la photographie. Les calcaires à Hippurites, repliés en W, pénètrent sous les dolomies jurassiques et montrent des courbures de bancs vraiment extraordinaires, étant données la nature et l'épaisseur des couches qui les constituent.

Chacun admire le phénomène qui est photographié à nouveau, et l'on rebrousse chemin par le thalweg pour constater la présence d'un lambeau de calcaires blancs (2) et d'un curieux affleurement d'Aptien, et observer les rapports compliqués de ces diverses cou-



Coupe par le sommet de Candelon.

(1) T. II, nov. 1890, pag. 1-15, pl. IV.

(2) Nous avons confondu ce calcaire blanc avec les calcaires à Hippurites voisins et il n'est pas figuré sur nos cartes et nos coupes. C'est après une nouvelle visite des lieux, en compagnie de M. Bertrand, qui nous l'a fait remarquer, que nous l'avons définitivement reconnu.

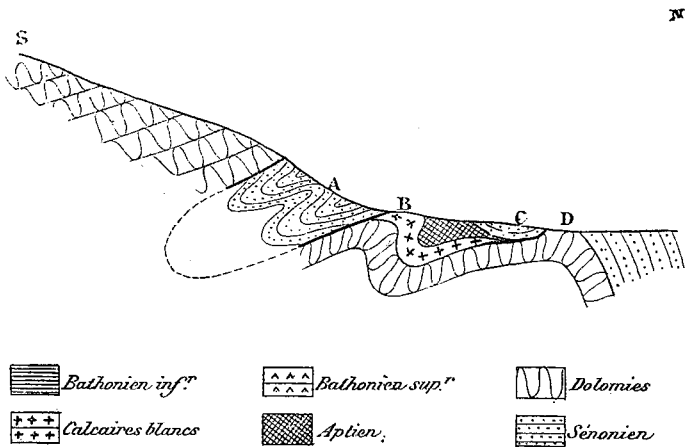
ches, rapports qui dérivent par des modifications considérables de ceux qui existent dans la coupe de Candelon (Fig. 33 et 34).

Les lettres placées sur ces coupes indiquent la correspondance des synclinaux A et C et des anticlinaux B et D.

La Société, de retour au Moulin du Paradou, traverse le ruisseau du Val de Camps et suit le chemin qui longe le pied de la colline dont la coupe lui a précédemment montré un anticlinal de Lias et Bajonien légèrement déversé.

Les bancs verticaux du calcaire à silex sont séparés là des couches crétacées, constituées par une mince bande de calcaire à Hippurites, par une très faible épaisseur de calcaires marneux bathoniens, présentant des traces évidentes d'étirement par leur schistosité. En continuant à suivre le chemin, on voit disparaître les calcaires à Hippurites, et c'est alors le Crétacé supérieur qui vient butter contre les couches jurassiques. On peut constater là le fait

Fig. 34.



Coupe de la partie inférieure du grand ravin de Candelon.

Echelle des coupes $\frac{1}{20000}$

très intéressant de l'intercalation des bancs calcaires à Cyrènes dans les couches détritiques siliceuses bariolées, si développées dans la région et dont le niveau, ainsi précisé en un point, paraît être à peu près identique dans la majorité des localités voisines. La Société fait encore là une ample moisson de fossiles, et observe, détail remarquable, des transitions gréseuses fossilifères entre les calcaires pétris de coquilles et les sables détritiques sans traces d'êtres organisés.

Le retour à Brignoles s'opère par le chemin le plus direct en traversant la colline qui limite au nord le Val de Camps. On peut observer dans ce parcours une modification intéressante de la coupe reconnue peu avant à un kilomètre à peine plus à l'ouest. L'anticlinal du Mouliu du Paradou s'élargit et s'accidente de deux cassures accompagnées d'étirements, tandis que le synclinal de calcaires marneux conserve à peu près sa forme, mais diminue de largeur. Vers Brignoles, le relèvement des couches, qui ramène ensuite l'Infralias, est interrompu par une petite faille grâce à laquelle le Lias reparait un moment pour faire enfin place à l'Infralias, sur lequel la ville de Brignoles est établie.

La Société était de retour vers 6 heures du soir.

Compte-rendu de la Course du Lundi 5 Octobre,

par M. M. **Bertrand.**

Première partie : DE BRIGNOLES A SALERNES.

Les membres qui ont pu suivre la course jusqu'à Salernes, au nombre de dix-huit, sont partis de Brignoles en voiture à 7 heures du matin pour suivre la route de Salernes par Vins, Carcès et Entrecasteaux. M. Zürcher, rappelé à Toulon pour affaires de service, n'avait malheureusement pas pu nous accompagner, et nous donner lui-même les renseignements sur les régions qu'il a si bien étudiées.

Nous suivons la vallée du Caramy, qui traverse obliquement les plis relativement calmes des environs de Brignoles, puis coupe dans une cluse fraîchement boisée la retombée des dolomies jurassiques; nous arrivons ainsi au bassin créacé du Val, où les couches lacustres créacées reposent directement sur le Jurassique, avec intercalation d'une nappe épaisse de bauxite, exploitée jusqu'au Thoronet. Ce bassin, relativement assez large à l'ouest du côté du Val, se rétrécit à partir de Vins, de manière à ne plus former qu'une languette étroite de sables, par places même masquée sous les alluvions de la vallée. Il présente une double particularité dont la discussion soulèverait de trop nombreux problèmes : d'abord les plis qui les bordent au nord se *renversent vers le sud*, ce qui est le premier exemple de ce genre que nous constatons, mais ce qui est loin d'être le seul en Provence. Ensuite ces plis multiples sont coupés obliquement par l'affleurement créacé, si bien que dans le

court trajet parcouru nous avons pu voir trois plis parallèles se renverser successivement sur le Crétacé. C'est même un quatrième pli, situé encore plus au nord, qui a produit le chevauchement le plus important, et qui est venu, en rasant la tête des plis plus méridionaux (à Peygros, à l'est de Thoronet), coucher la masse de l'Infralias, sur 2 kilomètres, au-dessus d'un promontoire de sables crétacés qu'elle a protégés contre la dénudation.

Du côté du sud, les sables crétacés reposent régulièrement, et sous une pente très faible, avec ou sans bauxite intercalée, sur les calcaires jurassiques. Mais là encore il y a à noter une nouvelle anomalie : ces calcaires sont bathoniens, et les dolomies du Jurassique supérieur font défaut entre le Thoronet et le Caramy. C'est à ma connaissance, le seul point de la région où le fait se produise, si l'on élimine les points où il y a renversement et où, par conséquent, il est naturel de supposer qu'il y a étirement des couches intermédiaires.

Après avoir admiré avec quelle admirable netteté tous ces détails ressortent sur la carte de M. Zürcher, nous nous arrêtons un peu plus longuement en deux points, pour étudier la bauxite. Le premier de ces points est dans le village même de Vius : les recherches faites dans la bauxite l'ont suivie sur près de 2 mètres *au-dessous* des dolomies jurassiques sous lesquelles elle s'enfonce. Là, M. Vasseur fait une découverte intéressante : il trouve dans la bauxite même un petit lit d'argiles feuilletées, avec empreintes indéterminables, mais incontestables, de plantes dicotylédones. Malheureusement, la fouille est un peu éboulée, ce qui suggère à M. Collot des doutes sur la réalité de l'intercalation. Après quelques efforts pour nettoyer la place, rendus malheureusement peu efficaces par la nature grasse des terres, après quelques questions posées au propriétaire de la carrière, la majorité des membres présents se prononce en faveur de l'intercalation. Il y aurait là un fait important, dont devrait tenir compte désormais toute théorie proposée sur l'origine de la bauxite.

La seconde halte a surtout pour but de nous faire admirer l'énorme masse de bauxite rouge, que croise la route avant le grand coude du Caramy. L'épaisseur en ce point dépasse certainement dix mètres. Un peu auparavant, sur la route, nous avons remarqué la pénétration des sables crétacés dans les fentes du calcaire superposé.

Nous avons ensuite quitté le petit bassin crélacé pour nous élever directement vers le Nord, du côté de Carcès et d'Entrecasteaux. La région que nous traversons est formée par une série de plis parallèles, dirigée de l'Est à l'Ouest, montrant souvent les couches

verticales, mais sans renversements. Nous remarquons les belles nappes de tufs, entremêlés de lits de graviers roulés, qui s'élèvent assez haut des deux côtés de la vallée, et nous sommes surtout frappés par la multiplicité des plis du Muschelkalk que nous traversons sur une largeur de près de 4 kilomètres autour de Carcès. Sur ce parcours, on voit à chaque instant les calcaires se dresser verticalement en étalant la surface remarquablement plane de leurs bancs. Les arêtes succèdent aux arêtes, sans presque qu'on puisse trouver dans leurs intervalles une seule intermittence de repos relatif. Cette allure tourmentée est bien curieuse à constater à côté de l'allure si tranquille des grandes nappes de recouvrement. Elle n'est d'ailleurs pas spéciale au coin que nous traversons ; elle se retrouve tout le long de la bordure de la plaine permienne, entre Carnoules et Lorgues ; elle se retrouve également dans toute la grande bande transversale de Trias, qui vient, entre St-Maximin et Barjols, couper et interrompre tous les autres plis de la région. Enfin elle n'est pas moins marquée dans la seconde bande, continuation ou réapparition de la précédente, qui joue un rôle analogue entre Auriol et Aubagne. Le Trias est pourtant bien certainement concordant partout avec le Jurassique qui le surmonte ; il faut donc que quelque cause spéciale ait déterminé cette étonnante modification d'allures sur les espaces où les étages plus récents ont été largement dénudés. Cette cause n'a pas encore été éclaircie.

Nous profitons des montées pour chercher quelques fossiles, et M. Vasseur fait à la surface d'un banc l'intéressante trouvaille d'une petite Ophiure.

Après avoir vu le Jurassique reparaitre à Entrecasteaux dans un double pli synclinal, nous arrivons au défilé de la Bouissière, que nous devons bientôt examiner plus en détail. Mais l'heure est trop avancée pour que nous puissions même jeter sur la coupe un premier coup d'œil ; nous entrons dans le bassin de Salernes, où partout les terres rouges, exploitées pour la fabrication des briquettes, colorent de leur teinte vive les champs cultivés et le pied des coteaux boisés. C'est là que le déjeuner nous attend.

Deuxième partie : COUPE DU DÉFILÉ DE LA BOUISSIÈRE.

Le temps, pendant le déjeuner, était devenu très menaçant, et le vent d'est semblait nous prédire un changement définitif. Nous nous décidons donc à modifier le programme et à profiter de ce qui sera peut-être notre dernière journée utilisable pour voir au moins la coupe remarquable qui nous a décidés à ce long trajet. Nous

avons vivement regretté d'être ainsi amenés à faire cette course en l'absence de M. Zürcher, d'autant plus que le temps n'a pas réalisé ses menaces.

Nous nous dirigeons donc directement vers le défilé de la Bouissière, où la grande route et le chemin de fer ont utilisé la coupure faite par la Bresque.

Le bassin crétacé de Salernes forme, autour de Salernes, une bande dirigée de l'est à l'ouest, remplie par les calcaires de Rognac que surmontent des argiles et des grès rouges sans fossiles. La transgression progressive des étages lacustres se continue, et c'est leur terme le plus récent qui repose ici directement sur les dolomies jurassiques. Les dolomies qui bordent au nord le bassin plongent régulièrement sous les calcaires crétacés, tandis qu'au sud les sables forment le pied de falaises plus abruptes, où affleure l'Infralias horizontal, normalement recouvert par les termes plus récents de la série jurassique. D'énormes éboulis, et parfois des pans entiers de la falaise, recouvrent en certains points et accidentent la pente sableuse, tantôt restés horizontaux, tantôt versés jusqu'à la verticale, et permettent de renouveler avec plus de force l'explication proposée près du Canadeau : la position de ces blocs ne peut s'expliquer que par une descente lente au fur et à mesure de l'entraînement par érosion des sables auxquels ils étaient superposés. D'ailleurs nous avons constaté en plusieurs points, avec M. Zürcher, l'existence à la base de la falaise d'un liseré de couches jurassiques étirées et renversées ; partout où le bord du plateau est entamé par une dépression assez profonde, les affleurements crétacés pénètrent dans cette dépression. Des îlots crétacés apparaissent même, comme des regards ouverts sur le substratum, à l'intérieur du plateau jurassique. En un mot toute la série des preuves examinées autour du Beausset se réunit pour montrer que le *Jurassique est superposé au Crétacé*.

Le double intérêt du bassin de Salernes est de permettre de déterminer exactement à quelle distance le Crétacé s'enfonce ainsi horizontalement sous le Jurassique, ou en d'autres termes de montrer *la charnière synclinale* des couches crétacées pincées dans le Jurassique ; puis en second lieu de montrer que la nappe de recouvrement repose *sur la tranche* de couches déjà plissées, et que le grand pli couché semble avoir, comme un immense rabot, rasé la tête des plis auxquels il s'est superposé.

La route que nous suivons avant d'atteindre le défilé complète déjà ces premières données. Le falaise est interrompue sur une largeur de 2 kilomètres, à l'endroit où la Bresque la traverse, et le

Crétacé pénètre vers le Sud dans un golfe profond de 2 kilomètres et large de 5 kilomètres. Partout sur les bords de ce golfe l'Infralias est de la même manière en contact avec le Crétacé; partout, par conséquent, il lui est superposé avec la même évidence. Dans le lit de la Bresque, un gros rocher d'Infralias, de plus de 500 mètres de longueur, ne peut s'expliquer que par la descente sur place d'une partie de la nappe enlevée par l'érosion.

Arrivés à l'entrée du défilé, nous suivons la voie du chemin de fer; nous entrons alors dans une série normalement en place, dans la série jurassique qui forme le substratum du Crétacé.

La base du Crétacé qui se relève brusquement, en dépassant même sur la voie la verticale, contre les dolomies jurassiques, est formée par une brèche très intéressante, entièrement composée de galets de dolomies jurassiques. Cette formation est locale et ne se retrouve pas au nord du bassin; elle marque évidemment le bord d'une saillie déjà émergée au moment du dépôt crétacé, et il est bien naturel d'expliquer cette saillie par une première ébauche, déjà existante à l'époque crétacée, du grand anticlinal ou plutôt de la grande série d'anticlinaux triasiques que nous avons traversée en venant de Brignoles. Nous voyons ensuite la bauxite, et un petit pli secondaire qui ramène la brèche, et nous traversons sur un court espace la série complète jusqu'à l'Infralias (pl. XXVII, fig. 2). L'attention est appelée spécialement sur les lits fossilifères du Bajocien, auxquels M. Kilian a bien voulu consacrer une note spéciale. Un nouveau synclinal, dont les ondulations multiples sont bien marquées au-dessous de nous au fond de la vallée, ramène les masses calcaires du Bathonien, puis, de l'autre côté de ce synclinal, on voit se relever presque verticalement le Bajocien et l'Infralias sur lequel nous nous arrêtons. Nous jetons alors un coup-d'œil sur l'autre paroi de la vallée, et nous y voyons les mêmes plis se répéter avec une admirable netteté. La coupe (pl. XXVII, fig. 1) ne rend qu'imparfaitement, à cause de la petitesse de l'échelle, l'impression produite par ces ondulations répétées qui, tout à coup, se dressent en grandes barres verticales comme pour s'élever jusqu'au sommet de la colline.

Ces barres s'arrêtent pourtant, et s'arrêtent brusquement à mi-côte; on voit alors, dans toute la partie supérieure de la colline, un système de bancs horizontaux, parfaitement lités, interrompre comme par un trait de couteau la série des plis de la base. Nous allons tout-à-l'heure constater que ces bancs sont des dolomies infraliasiques, et qu'entre elles et la zone plissée il y a une petite bande continue de Crétacé, également horizontale.

Nous devons descendre un peu vers l'aval pour trouver un pont;

nous gravissons la pente opposée, en passant à la bastide de Templarre, et nous nous engageons sur un chemin forestier qui suit précisément le contact à étudier. Cette montée nous permet de constater la succession, en ordre qui semble normal, du Trias, des couches à *Avicula contorta* et des dolomies infraliasiques. L'âge de ces dolomies est en tout cas incontestable, car elles sont surmontées sur le plateau par les calcaires à silex du Bajocien fossilifère.

Un peu après le coude qui ramène le chemin dans la direction de la vallée, on trouve en effet, en grattant le talus, des marnes et des sables rouges, bien en place, avec morceaux de calcaires lithologiquement semblables au calcaire de Rognac. Il suffit de descendre d'un ou deux mètres pour se trouver sur la tranche des couches bajociennes verticales, et l'on vient de quitter l'Infralias horizontal qu'on voit se continuer au-dessus de soi. D'ailleurs les brèches constatées à la base du Crétacé apparaissent presque immédiatement auprès des sables ; leur affleurement, à mesure que nous marchons vers le nord, va en s'élargissant sur le flanc du coteau et il va se raccorder avec celui du chemin de fer, à la base de la série développée jusqu'à Salernes.

Les faits sont d'une telle évidence que tout le monde les reconnaît sans discussion. Ici on n'a pas *admis* l'existence d'un pli couché ; *on l'a vu*.

Compte-rendu de la Course du 6 Octobre,

par M. **Zürcher**.

La Société est partie de Salernes à sept heures du matin, et a pris la route de Barjols, où elle a rencontré immédiatement des affleurements d'argiles rouges et de sables bigarrés micacés, faisant partie de la formation lacustre qui remplit la vallée, et où l'industrie locale trouve l'aliment de ses nombreuses briqueteries.

Peu après avoir dépassé l'embranchement de la route d'Aups, on est parvenu aux bancs calcaires qui forment dans la localité la partie inférieure des couches supra-jurassiques.

Ces calcaires sont assez riches en fossiles, dont malheureusement la conservation laisse beaucoup à désirer.

M. Collot a bien voulu nous communiquer la liste des espèces recueillies lors de la visite de la Société :

Bulimus Panescorsi Math.

— *Salernensis* Math. in Sandbg.

Cyclophorus heliciformis Math.

Leptopoma (Bauxia) Boulayi Caziot ?

— — *visiparæformis* Caziot ?

A l'occasion du niveau représenté par ces calcaires et par les couches qui les surmontent, M. Collot a fait les remarques suivantes :

Ces calcaires sont certainement le prolongement (sauf discontinuité provenant des actions orogéniques) des calcaires de Rians, dans lesquels M. Collot a signalé une faune analogue, lesquels calcaires se montrent notamment à la Lauvière à l'ouest, et à Castillon à l'est de Rians. La succession des assises auprès de Rians est d'ailleurs :

C^{9d} 1^o Grès et marnes, avec pisolithes, débris d'os de Reptiles, empreintes végétales (*Flabellaria longirachis* Unger). Entre Rians et Jonques cette assise débute par un lit de poudingue calcaire.

C^{9e} 2^o Calcaire gris compact des Roques, de la Lauvière, qui se retrouve au N. de la Blanque.

Megaspira.

Pupa patula Math.

— *antiqua* Math.

Cyclostoma bulirroides Math.

(Comprenant les espèces décrites sous le nom générique de *Bauxia* par M. Caziot).

Bulimus Salernensis Math.

Paludina Beaumontiana Math.

Auricula Requièni Math. ?

Leptopoma Baylei Math.

3^o Marne rouge vif et brèches calcaires.

4^o Calcaire qui affleure à la ferme de la Blanque (petites Bithynies). A l'Ouest de Rians il y a plusieurs niveaux de calcaire séparés par des marnes rouges; au dessus du dernier, comme au dessus de celui de la Blanque, on trouve :

5^o Marnes très micacées, mêlées de lentilles de grès siliceux rouges, panachés quelquefois de gris : elles forment le fond de la vallée de Palières.

Les marnes micacées ci-dessus se montrent, en dehors des vallées à l'ouest et à l'est de Rians, en plusieurs points :

1^o Un affleurement presque linéaire vers le moulin du Carme, au nord de Rians.

2^o Un affleurement un peu plus étendu marqué sur la feuille d'Aix, à l'est de Ginasservis.

3^o Elles couvrent, concurremment au Néocomien auquel elles sont superposées, le fond de la vallée transversale d'effondrement de Quinson; un calcaire en dalles qui s'y trouve associé a fourni les

mêmes Bithynies que renferme le calcaire de la Blanque, des Mélanies indéterminables, des empreintes frustes de végétaux.

4° Dans le vallon de Malauric, au N.O. de St-Julien-le-Montagnier, sur le trajet du canal du Verdon.

5° A Bauduen, où elles affleurent à l'est du village, reposant sur le Néocomien et s'allongeant vers le S. S. E. dans la vallée qui aboutit à St-André. A l'Estelle elles cessent par faille contre un petit abrupte de Jurassique. Dans la partie inférieure de cette bande d'argiles micacées rouges et grises, est intercalé un grès blanc passant à un calcaire quartzifère. Un peu plus haut se place un calcaire à Bithynies et opercules des mêmes (comme à Quinson, à Rians).

Les affleurements de marnes rouges micacées dont on vient de voir l'énumération montrent l'extension considérable qu'a eue cette assise.

M. Collot a cru bon de mettre la limite du Crétacé, dans la feuille d'Aix, immédiatement au-dessus des calcaires de la Barre de Rognac. Il regarde comme représentant ce dernier niveau, les calcaires de Roques, de la Lauvière, de Castillon, de Salernes. Par suite, il attribue à l'Eocène les marnes rouges, les calcaires généralement blancs, les marnes micacées, qui sont supérieures à ces calcaires à faune de Rognac, au même titre que les marnes rouges et les calcaires de Vitrolles et d'Arbois, qui surmontent la barre de Rognac.

Les marnes rouges coupées de quelques lits de calcaires blancs de Salernes paraissent en particulier à M. Collot répondre, par leur pétrographie aussi bien que par leur superposition, à l'ensemble qu'il a rapporté à l'Eocène dans les environs de Rians.

M. Zürcher a fait remarquer que les couches inférieures à l'assise calcaire à fossiles de Rognac étant, là où elles apparaissent, comme à Rians, à Fox-Amphoux, à Aups, des grès et sables bigarrés comme ceux qui viennent au-dessus, il semble que la cessation de la sédimentation calcaire, alors surtout qu'elle se manifeste encore à plusieurs nouvelles reprises au-dessus, ne soit pas une raison bien péremptoire pour fixer la ligne de transition entre deux époques. Des données paléontologiques auraient constitué un criterium plus sûr, et c'est en leur absence que M. Zürcher a cru devoir considérer l'ensemble surmontant les calcaires de Salernes comme appartenant encore au Crétacé.

Les raisons que fait valoir M. Collot semblent d'ailleurs à M. Zürcher devoir modifier dans une certaine mesure cette manière de voir, et il admet avec l'auteur de la feuille d'Aix qu'il paraît convenir de considérer comme Eocène la plus grande partie et peut-être

tous les grès et argiles entremêlés de calcaires qui surmontent à Salernes les calcaires à faune de Rognac.

La Société a gravi ensuite les pentes formées par ces calcaires et a pu voir, dans la nouvelle tranchée de la route, faite pour en dévier le tracé à l'occasion de la construction du chemin de fer, le contact entre les dolomies du Jurassique supérieur et les calcaires, qui peut être observé là avec la plus grande facilité, et offre d'ailleurs le caractère remarquable de ne montrer pour ainsi dire aucune couche de transition. Pour qui ne le verrait pas de près, la couleur des roches étant à peu près la même dans les deux formations, le passage est insensible.

Suivant ensuite la voie ferrée, la Société s'est dirigée vers l'Est pour retrouver un chemin direct et rentrer à Salernes. Un peu avant d'arriver à la ville, et sous les pittoresques ruines du vieux château, on a pu observer une grande masse de tufs et de travertins dont certaines parties sont formées d'un calcaire cristallin extrêmement dur. Ces tufs forment dans la vallée des plateaux situés à diverses hauteurs et peu en rapport avec le relief actuel. Leur âge n'a pu être encore très exactement déterminé, mais il est bien possible qu'ils datent de l'époque pliocène.

Après avoir de nouveau traversé Salernes, la Société a passé la Bresque un peu en amont de la ville et a pris le sentier, fort escarpé par places, qui conduit de ce côté à la Croix-Solliès. L'ascension commence dans les argiles et grès rouges qui viennent d'être reconnus comme très probablement tertiaires, sur les pentes desquels on remarque bientôt de nombreux blocs jurassiques isolés, surtout infraliasiques, descendus par éboulements des bords de la masse de recouvrement. Les bancs en place apparaissent ensuite, et il est facile d'y reconnaître les dolomies de l'Infralias.

Peu après, on aboutit à un petit col où le sentier d'ascension vient déboucher sur un chemin qui suit à peu près la crête. En se retournant alors et jetant les yeux sur les escarpements qui entourent le cirque par lequel on vient de monter, les membres de la Société ont pu remarquer à leur gauche une coupe naturelle très visible de la masse de recouvrement. Des plissements secondaires font apparaître deux synclinaux successifs dont l'un est en forme de V couché, et que trace sur la falaise la saillie des bancs plus durs du Bajocien à silex.

En se dirigeant ensuite vers la Chapelle, la Société a rencontré un premier banc de calcaires à silex à peu près horizontaux, et, après l'avoir franchi, a été visiter un petit plateau qui se trouve au Nord du tertre culminant et qui est formé par des calcaires mar-

neux dans lesquels on a recueilli en assez grand nombre des Ammonites que M. Kilian a examinées et qu'il a reconnues comme *Cæloceras subcoronatum* Opp. accompagné des variétés intermédiaires entre cette espèce et *Cæloceras plicatissimum*.

Ces fossiles sont caractéristiques de la zone à *Sonninia Romani* (ancienne zone à *Amm. Humphriesi*), dont le niveau appartient au Bajocien supérieur.

M. Zürcher a fait remarquer que ces ammonites ne se trouvent que dans les bancs immédiatement supérieurs au calcaire à silex, et que la grande masse des calcaires marneux correspond aux zones à *Parkinsonia Parkinsoni* et à *Lytoceras tripartitum*, c'est-à-dire au commencement du Bajocien supérieur et au Bathonien inférieur, la prédominance appartenant à ce dernier niveau, ce qui justifie la désignation générale de ces calcaires marneux par la lettre J_{III}.

Quelques pas conduisent ensuite au sommet où l'on retrouve les calcaires à silex, qui fournissent comme fossiles *Cæloceras Baylei* Opp. et dans lesquels M. Zürcher a trouvé autrefois *Cæloceras turgidulum* Quenst. sp.; les couches supérieures de ces couches à chailles appartiennent donc là à peu près au même niveau que les premiers bancs des calcaires marneux immédiatement supérieurs.

Le retour des couches à silex, au sommet, est causé par un pli secondaire (1) de la masse de recouvrement, analogue à ceux que la Société a observés dans la falaise du cirque d'ascension. A la Croix-Solliès, ce pli est très accusé par la disposition verticale des calcaires à silex près de la Chapelle, et par la ligne d'affleurement de ce niveau vers l'Est.

A la descente, on suit un chemin qui serpente sur le versant sud du monticule en nombreux lacets, et la Société constate par cette route à très peu près les mêmes phénomènes qu'à la montée. Le sentier vient aboutir à la route de Cotignac à Salernes, où les argiles et grès éocènes sont de nouveau bien développés, et l'on arrive rapidement ensuite à Salernes vers 11 heures 1/2.

Sur le Bajocien du Var,

par M. Kilian.

La Société a recueilli à Brignoles, au défilé de la Bouissière et à la Croix-Solliès, un certain nombre d'Ammonites bajociennes dont

(1) Voir Note de M. M. Bertrand. *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 239-240.

la détermination m'a été confiée. En réunissant ces données à celles que M. Zürcher m'a fournies en me communiquant les Ammonites de sa collection, j'ai pu arriver à quelques conclusions intéressantes sur la représentation dans le Var des différentes zones du Bajocien.

DÉFILÉ DE LA BOUISSIÈRE.

Entre les assises redressées des calcaires à silex et les calcaires gris marneux du Bajocien supérieur, on remarque une couche peu épaisse de calcaires fossilifères : calcaires marneux jaunâtres, à oolites ferrugineuses, qui nous ont fourni les espèces suivantes :

Belemnites Munieri Desl., (Jura Normand; Monogr. VI, p. 63, pl. V, fig. 3-6, 12-14, 16).

Sphæroceras Sauzei d'Orb. sp., (Pal. franç. Terr. jur. Céph., pl. 189). Echantillon tout à fait conforme à la figure de la Paléontologie française.

Sphæroceras polyschides Waagen sp., (Ueber die zone des *A. Sowerbyi*; in Benecke Geogn.-pal. Beitrage, p. 603; en outre v. Nicklès, Bull. Soc. géol. de Fr., 3^e série, t. XV, p. 194, 1887). Plusieurs exemplaires ; l'un d'eux, d'un diamètre de 143 millimètres, a été recueilli en notre présence par M. Fabre, qui nous l'a gracieusement offert.

La présence de *Sphæroceras polyschides*, espèce fort répandue et très caractéristique de la zone à *Sphæroceras Sauzei* en Alsace, en Souabe, en Lorraine, dans les zones subalpines du Champsaur (Poligny) et des Basses-Alpes, mérite d'être remarquée. L'horizon qu'occupe cette forme à la Bouissière semble supérieur au niveau des *Sonninia* de Brignoles et des environs de Toulon.

Sphæroceras Brocchii Sow. sp., (Waagen, in Geogn.-Pal. Beitrage de Benecke, t. I, pl. 24, fig. 3).

Hypertioceras sp. indet. Deux échantillons voisins de *H. discites* Waagen.

Pleurotomaria sp.

CROIX-SOLLIÈS, PRÈS SALERNES.

Des calcaires durs à silex affleurent près de la Chapelle; nous y avons recueilli :

COELO CERAS BAYLEI Opp. sp. (*Am. Humphriesianus* d'Orbigny, Pal. Franç. Terr. jur. Céph., pl. 133, non pl. 134, 135).

Le nom spécifique de *Baylei* ayant été employé déjà pour une autre Ammonite par Coquand (Journ. de Conchyl., 1853, pl. XIV, fig. 5 et 6) pourrait prêter à confusion ; mais, comme l'espèce de

Coquand appartient à un autre sous-genre, nous ne croyons pas nécessaire de remplacer la dénomination d'Oppel par une autre, la confusion des deux espèces n'étant pas probable.

M. Zürcher nous a communiqué du même gisement :

Coeloceras turgidulum (Quenst. sp.) Kilian. *Am. Humphriesianus turgidulus* Quenstedt, (Ammon. Schwaeb. Jura, pl. 66, fig. 2, p. 533).

Des calcaires gris, légèrement marneux, supérieurs aux précédents et repliés sur eux-mêmes, forment une bande au-dessous du tertre de la Croix de Solliès; ils appartiennent encore au Bajocien et contiennent en grand nombre :

Coeloceras subcoronatum Opp. sp.; var. (= *Am. Humphriesianus* d'Orb., Terr. Jur. Pl. 134; non *A. Humphriesianus* Sow. sp., non d'Orb., pl. 168) et des variétés intermédiaires entre cette espèce et *Coel. plicatissimum* (Quenst.) Haug (Chaînes subalpines entre Gap et Digne, p. 76).

Coeloceras Garanti, d'Orb. sp.; 1 ex.

LOCALITÉS DIVERSES.

M. Philippe Zürcher nous a communiqué en outre :

Belemnites du groupe de *Bel. Munieri* Desl. (fragments). Près de Cassedale.

Coeloceras Baylei Opp. sp. Près de Cassedale. Dans un calcaire dur, jaunâtre.

Sphaeroceras Brongniarti Sow. (*Am. Gervillei* d'Orb. Pal. fr. Terr. Jur. Ceph. Pl. 140, fig. 3-8 (non 1, 2); v. Waagen en Geognost. Pal. Beitrage, t. I, p. 602). Dans un calcaire gris semblable à celui qui constitue, près de Salernes, le gisement principal de *Coeloceras subcoronatum*. Près de Cassedale.

Parkinsonia Parkinsoni Sow., fragment bien caractérisé. Près de Fox-Amphoux (Var).

Coeloceras cf. *Braikenridgi* d'Orb. Près de Cassedale.

BRIGNOLES.

Belemnites Munieri Desl. (Jura Normand, Monogr, VI, Pl. V).

Sonninia laeviuscula Sow. (*Ludwigia corrugata* Douvillé, v. Haug, thèse, p. 68).

Sonninia adicra Waagen (Geogn. Pal. Beitrage, t. I, Pl. XXV, fig. 1^{a-b}, et Douvillé Zone à A. Sowerby (B. S. G. F. 1885, Pl. I, fig. 4).

Coeloceras Baylei Opp. sp. fragment.

Modiola cuneata, Sow.

Pecten laeviradiatus Waag. (Geognostisch. Pal. Beitrage, Pl. XXXI, fig. 4).

Ostrea sp.

Rhynchonella sp.

Rhabdocidaris copeoides Desor. Radiole.

On voit, par l'énumération que nous venons de donner, qu'il est possible de distinguer, dans le Bajocien des environs de Salernes, plusieurs zones fossilifères :

A Brignoles, les *Sonninia* abondent dans la Zone à *Sphaeroceras Sauzei* (1) (couches à *Am. Sowerbyi*, Waagen, Zürcher, Douvillé, etc.) dont nous avons trouvé une série d'espèces caractéristiques, tandis qu'à la Bouissière, près de Salernes, la faune est surtout formée de *Sphaeroceras*; ce dernier niveau semble avoir un cachet un peu plus récent que celui de Brignoles.

Le Bajocien moyen (Zone à *Sphaer. Sauzei*) est encore représenté par les calcaires durs à *Coel. Baylei* et *turgidulum* de la Croix de Solliès, tandis que les calcaires gris marneux à *Coel. subcoronatum*, *Sphaer. Brongniarti* Sow. (non d'Orb.), correspondent à la zone suivante (Z. à *Sonninia Romani* Haug, ancienne zone à *Am. Humphriesianus*).

Enfin *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. indiquerait la présence à Fox-Amphoux de la zone à *Cosmoceras subfurcatum* ou Bajocien supérieur.

Note sur les Zones de plissement de Salernes et d'Aups,

par M. Zürcher.

I

La région qui comprend les zones de plissement dont la description fait l'objet de la présente note, forme dans l'angle nord-ouest de la feuille d'Etat-Major de Draguignan un quadrilatère borné: au Nord et à l'Ouest par les limites mêmes de la feuille; au Sud par une ligne jalonnée par Barjols, les sommets du petit et du gros Bessillon, Cotignac, Entrecasteaux et Lorgues; à l'Est enfin par un contour laissant à l'intérieur la hauteur de Saint-Ferréol, près de Lorgues, passant un peu à l'Ouest de Flayosc, et allant ensuite directement rejoindre la crête élevée dont les points culminants sont le Puy de la Sigüe, Fonfrège, la Chapelle Saint-Prieux et N.-D. de Liesse.

(1) V. HAUG. Chaînes subalpines entre Digne et Gap, p. 66 et suiv.

La Société Géologique a visité, pendant sa session extraordinaire de 1891, la partie la plus remarquable de ce territoire, et a pu ainsi observer sur place la belle coupe d'Entrecasteaux au défilé de la Bouissière, la curieuse masse de recouvrement de la Croix-Solliès et ses plissements secondaires, le faciès des couches de l'horizon de Rognac et leur superposition directe au Jurassique supérieur.

La géologie de ce coin de la Provence était pour ainsi dire inconnue jusqu'au moment où notre confrère et ami M. M. Bertrand (1) en a signalé les anomalies, constatées dans des courses où nous avons le plaisir d'être son compagnon, et qui ont été pour nous l'occasion de très vives jouissances scientifiques en éclairant tout d'un coup d'une vive clarté des difficultés qui semblaient inexplicables.

Nous avons ensuite achevé l'étude de la Carte géologique détaillée, qui a été publiée en 1891.

Un coup d'œil d'ensemble donné sur cette carte permet, malgré la complication des contours, de concevoir tout d'abord les grandes lignes de la constitution de la région : on distingue en effet, entre Barjols et Salernes, et même un peu plus vers l'Est, une série de plis dont l'orientation moyenne est à peu près Ouest-Est ; un dessin analogue attire les regards dans les environs de Tourtour et d'Aups, et on peut y remarquer la prédominance de la direction Sud-Est—Nord-Ouest.

Ces deux systèmes, relativement réguliers, viennent aboutir près de Lorgues, où leur raccordement se fait dans des conditions d'apparence très compliquée si l'on en juge par les dispositions bizarres des affleurements.

A côté de ces portions si mouvementées, le grand plateau de Jurassique supérieur très régulièrement recouvert de terrains plus récents, qui s'élève au Nord de la vallée de Salernes, et, d'autre part, la bande uniquement triasique et tertiaire de Barjols et de la Verdrière, forment un contraste curieux par leur uniformité relative.

Les détails qui vont suivre permettront de se rendre compte de la constitution intime des zones de plissement dont nous venons de parler, et auxquelles nous avons attribué, pour la commodité du discours, les noms de zones de Salernes et d'Aups. Nous montrerons aussi à quels phénomènes il faut rapporter les complications des environs de Lorgues, et à quelles raisons le plateau dolomitique d'Euchane a pu devoir sa tranquillité ; nous chercherons enfin à

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 234, 1888.

expliquer la formation de la bande triasique de Barjols et des accidents si curieux qui se rencontrent sur ses bords.

Nous ne pouvons terminer ce préambule sans dire quelques mots des charmes pittoresques de la contrée qui nous occupe, et sans engager nos confrères qui viendront, nous l'espérons, la visiter, à s'arrêter un moment, à se détourner même un peu de leur chemin pour admirer la riante vallée de Barjols; le splendide panorama qu'on découvre du sommet du Gros Bessillon; la source, le défilé sauvage, la belle chute de la Bresque, près de Sillans; les coquets environs de Salernes; le dédale de ravins et de collines au centre duquel trône le village de Tourtour, dont le terroir, bien arrosé, est toujours vert; et enfin les sites plus sévères des alentours d'Aups, où l'on peut, de l'ermitage de N.-D. de Liesse, jeter à la fois les yeux sur les pays ensoleillés de la Provence littorale, et sur les grandioses nudités du Haut Var, formant premier plan devant les crêtes élevées des Basses-Alpes.

II

Les couches dont nous allons étudier les dislocations appartiennent aux époques triasique, jurassique, crétacée et tertiaire.

D'importantes variations latérales de faciès se montrent à plusieurs niveaux quand on en étudie la succession. Une description rapide des divers étages permettra de s'en rendre compte et pourra ainsi servir de guide sur le terrain.

Le Muschelkalk est assez constant; on peut le plus souvent le reconnaître rapidement à l'aspect de la roche calcaire de couleur foncée, avec taches d'apparence huileuse, qui le constitue en grande partie. Les fossiles sont cependant de plus en plus rares à mesure qu'on s'éloigne de Draguignan, sans toutefois disparaître complètement. L'affleurement extrême, à la Baume, près de Tourtour, montre notamment un lit marneux pétri de *Terebratula vulgaris*.

Les Marnes irisées sont également bien conformes au type de l'étage en Provence. Les mêmes cargneules fauves, les mêmes gypses rubanés multicolores que partout ailleurs, les caractérisent nettement. Il convient de noter, comme trait spécial, l'énorme développement de ce niveau en approchant du méridien de Draguignan.

L'Infralias se présente aussi avec les apparences sous lesquelles il a été déjà souvent décrit dans le Midi, avec sa zone inférieure fossilifère à *Avicula contorta* et son niveau supérieur, surtout dolomitique, dont les couches bien litées, donnant naissance à des

débris plats de couleur gris clair, gravés de lignes noirâtres entrecroisées, sont si reconnaissables.

Près de Flayosc, dans la zone à *Avicula contorta*, nous avons remarqué un calcaire saccharoïde pétri de bivalves. Aux environs d'Aups, dans une couche friable, on peut recueillir des fossiles admirablement conservés (*Trigonia postera*).

Le Lias possède encore, dans les couches qui affleurent sur les flancs du Gros Bessillon, les caractères pétrographiques et paléontologiques qui le distinguent si nettement plus au Sud. Déjà, cependant, sa puissance est très atténuée, et on peut même constater que l'épaisseur des couches liasiques est moindre sur les pentes septentrionales que sur celles qui regardent le Midi. La roche est un calcaire noduleux, tantôt bleu gris, tantôt brun clair, avec rares rognons de silex.

On retrouve ces mêmes calcaires, mais avec une bien moindre épaisseur, dans presque toute la région plissée de Salernes. Nous y avons, pour cette raison, maintenu le symbole 1⁴⁻³, qu'il serait même peut-être rationnel de continuer à la base des calcaires à silex bajociens d'Aups et de Draguignan, en présence de leur parfaite concordance avec l'Infralias sous-jacent.

On conçoit dans tous les cas, d'après les indications ci-dessus, que la limite des dépôts liasiques soit très difficile à déterminer.

Le Bajocien est formé, dans toute la partie orientale de notre région et dans toute la zone d'Aups, par des calcaires à silex plus ou moins puissants, assez souvent envahis par le faciès dolomitique des couches supérieures.

Ces calcaires sont peu riches en fossiles déterminables, et c'est seulement près de Draguignan qu'ils ont pu, grâce à de longues et patientes recherches, donner la faune intéressante signalée par M. G. de Grossouvre (1), et comprenant :

- Sphaeroceras Sauzei* d'Orb.
- Sonninia Sowerbyi* Mill.
- *Romani* Opp.
- Ostrea sportella* Dum.
- *Marshii* Auct. non Sow.
- Trigonia striata* Sow.
- Lima duplicata* Münster.
- Pecten hedonia* d'Orb.

(1) Note sur la constitution géologique des environs de Draguignan (Draguignan, 1887).

Pecten ambiguus Münst in Goldf.

— *barbatus* Sow.

Plagiostoma Hersilia d'Orb. = *Lima heteromorpha* Desl.

Ctenostreon Hector d'Orb.

Terebratula perovalis Sow.

— *Kleinii* Lam.

— *Waltoni* Dav.

— *Eudesi* Opp.

— cf *infra-oolithica* Desl.

— *carinata*? Lam.

— *ovoides* Sow.

— *ventricosa* Hartm.

Rhynchonella spinosa Schl.

— *parvula* Desl.

— *plicatella* Sow.

— *quadriplicata* Ziet.

— *Bajociana* d'Orb.

Cidaris cucumifera Ag.

Rhabdocidaris copeoides Desor.

Pseudodiadema depressum Desor.

Stomechinus bigranularis Desor.

Galeropygus Marcoui Cott.

Callyrites ovalis Desm.

Magnosia, sp. nov.

Nous n'avons pu y trouver, dans notre région, que quelques térébratules près de Moissac, un échantillon de *Stomechinus bigranularis* aux environs d'Aups, et des encrines, des baguettes de *Cidaris* dans quelques autres gisements.

La plus grande partie des espèces ci-dessus citées représente un niveau peu élevé dans le Bajocien, mais la présence de *Sph. Sauzei*, *Sonninia Sowerbyi*, *Son. Romani* indique que les horizons supérieurs sont probablement aussi représentés par nos calcaires à silex.

Vers l'Ouest, on trouve, au dessus d'un niveau analogue de calcaires à chailles, des calcaires marneux jaunâtres contenant parfois à leur base des oolithes ferrugineuses.

Au défilé de la Bouissière, ces calcaires ont donné l'occasion à la Société de recueillir les espèces suivantes dont M. Kilian a bien voulu nous envoyer la liste :

Belemnites Munieri Desl.

Sphæroceras Sauzei d'Orb. sp.

Sphæroceras Polyschides Waagen sp.

Sphæroceras Brocchii Sow.

Hyperlioceras, sp. indét.

Pleurotomaria sp.

A la Croix-Solliès, la partie supérieure des calcaires à silex a fourni, tant à la Société que dans nos recherches précédentes :

Cæloceras Baylei Opp. sp.

Cæloceras turgidulum Qu. sp.

et, dans la même localité, les couches marneuses supérieures contiennent :

Cæloceras subcoronatum Opp.

et des variétés intermédiaires entre cette espèce et

Cæloceras plicatissimum.

Dans le voisinage de la ferme de Camisoles, les calcaires marneux sont très fossilifères ; nous y avons recueilli :

Belemnites du groupe de *Bel. Munieri* Desl.

Cæloceras Baylei Opp. sp.

Cæloceras Braikenridgi d'Orb.

Sphæroceras Brongniarti Sow.

Notons enfin la présence, au même niveau, près d'Entrecasteaux, de *Sonninia Zürcheri* Douv.

L'énumération de ces espèces montre que l'on peut admettre, dans le Bajocien de la portion occidentale de notre région, que la partie supérieure des calcaires à silex et les couches marneuses qui les recouvrent représentent les zones à *Sph. Sauzei* (Bajocien moyen) et la zone qui lui est supérieure, caractérisée par *Sonn. Romani* (ancienne zone à *Amm. Humphriesi*) et appartenant aussi à la partie moyenne de l'étage. Par continuité avec le reste de la contrée, nous estimons qu'il convient de classer comme représentant la zone à *Harp. Murchisonæ* (Bajocien inférieur) la partie basse des calcaires à silex.

Les calcaires marneux que nous venons de voir se superposer au-dessus des couches à chailles sont seulement fossilifères, et encore par places restreintes, dans leurs assises les plus inférieures. Ils continuent à se développer plus haut, et ne contiennent alors que de rares débris organisés. Nous avons cependant pu y ramasser, près de Fox-Amphoux, un échantillon de *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. sp., reconnu par M. Kilian comme bien caractérisé, et, d'autre part, près de Colle-Longue, à l'Ouest de Cotignac, nous avons trouvé un beau spécimen d'une ammonite que M. Douvillé a déterminée

comme voisine à la fois des *Perisphinctes Wagneri* Opp. et *P. procerus* Seebach.

Il résulte de là que les zones à *Cosmoceras subfurcatum* (Bajocien supérieur) et à *Oppelia fusca* (Bathonien inférieur) paraissent être représentées par la partie supérieure de nos calcaires marneux. Cette opinion est largement corroborée d'ailleurs par les résultats des recherches de M. Collot dans la région d'Aix.

Avant de quitter ces calcaires marneux, nous croyons devoir ajouter un mot sur un de leurs principaux caractères, à savoir la présence, surtout dans leurs couches inférieures, d'empreintes en forme de coup de balai qui ont été l'objet de savantes discussions et dont l'origine est encore considérée comme douteuse. Nous avons été assez heureux pour mettre la main, grâce à un de nos amis et confrères, M. d'Agnel, sur un échantillon venant de près de Besse (Var) et dont les détails sont tellement nets qu'il paraît impossible d'en nier l'origine végétale. Nous estimons donc que c'est bien à des algues fossiles qu'il faut rapporter ces empreintes, si étonnamment abondantes parfois.

La partie supérieure des couches dont nous venons de parler, et dont l'aspect caractéristique justifie le nom de « blanquié » qui leur est donné dans le pays, cesse peu à peu d'être marneuse et délitable et passe à des calcaires durs, souvent remplis de fragments d'encrines, et bien remarquables dans les pentes par les corniches qu'ils constituent. Ces calcaires sont très pauvres en fossiles déterminables, et nous n'y avons recueilli, dans la région qui nous occupe, que quelques térébratules incomplètes et des oursins qui, quoique frustes, peuvent être reconnus comme des *Collyrites*. C'est donc seulement en vertu de la continuité de ces couches vers le Sud et l'Ouest, où elles sont plus riches en fossiles, que l'on peut admettre qu'elles représentent, au moins dans leur partie inférieure, le Bathonien supérieur.

A ces calcaires succèdent, dans la zone de Salernes, des dolomies très puissantes, sans aucun fossile, se rattachant aux couches analogues très développées dans toute la Basse-Provence. Nous les avons considérées, là où elles supportent directement le Crétacé ou l'Éocène, comme pouvant être représentées par le symbole J^5-1 , il conviendrait peut-être, d'après les travaux récents auxquels le Jurassique a donné lieu dans la contrée, d'élever l'exposant supérieur.

Le faciès dolomitique qui représente ainsi, dans une partie de la région, le Jurassique supérieur, s'étend considérablement, ou au contraire se restreint dans une forte mesure si l'on s'éloigne dans

des sens différents de la zone de Salernes. Les transitions sont le plus souvent d'ailleurs extrêmement brusques et n'ont pas été une des moindres difficultés de l'étude du pays.

Tandis, en effet, que la coupe que nous venons de décrire peut être suivie avec tous ses détails dans la hauteur de Babadier, au N.-E. du défilé de la Bouissière, on constate à la Ferme, sur la route de Lorgues à Aups, et aussi entre Tourtour et Villecroze, l'envahissement par les dolomies de tout le Jurassique au dessus des calcaires à silex. Il en est d'ailleurs ainsi jusqu'à Aups et un peu au-delà.

Ces dolomies sont d'une très grande régularité, et si, sur nos coupes, nous en avons représenté une partie avec un symbole différent, c'est uniquement dans un but théorique pour en faciliter l'intelligence.

Au Nord de Barjols, et au Nord aussi d'Aups, ainsi que dans les environs de Moissac et de Régusse, on voit apparaître dans le Jurassique supérieur des calcaires fossilifères.

A Barjols, ces calcaires s'intercalent entre les calcaires durs du Bathonien, desquels ils se distinguent par leur grain beaucoup plus fin, et les dolomies. Ils sont d'autant plus fossilifères qu'on s'approche davantage de Ginasservis et de Rians (feuille d'Aix); les fossiles sont surtout abondants dans les lits marneux, avec nodules calcaires, qui séparent les bancs durs.

Nous avons recueilli dans ces couches, à Bury, près de Tavernes; à la Grande Blaque, près Varages; et surtout aux Pignoures, au Nord de la Verdrière :

Rhacophyllites tortisulcatus d'Orb.

Ochetoceras Henrici d'Orb.

Neumayria Bachi Opp.

Perisphinctes subtilis Neumayr.

Dans la région d'Aups, de Moissac et de Régusse, c'est au sommet des dolomies que l'on observe des calcaires de grain analogue comme finesse, mais bien plus rarement séparés par des lits marneux. Les fossiles sont d'ailleurs plus rares, et nous ne possédons de ce niveau qu'un échantillon bien caractérisé, provenant de Fulcon, au Nord de Régusse, et que M. Douvillé a reconnu comme *Perisphinctes subfascicularis* d'Orb.

Des documents paléontologiques si restreints ne permettent pas d'établir avec précision les niveaux que représentent ces calcaires. Il est seulement permis d'en déduire que les couches du Nord de Barjols correspondent à la partie moyenne et inférieure de l'Oxfordien.

dien, tandis que les calcaires des environs d'Aups sont plus élevés dans la série et peuvent être parallélisés avec la zone à *Amm. tenuilobatus*.

Il nous reste à parler, pour en finir avec la série jurassique, des calcaires blancs qui la couronnent par places, soit au-dessus des dolomies, soit au-dessus des calcaires à *Per. subfascicularis*. Ces calcaires revêtent d'ailleurs un faciès conforme à celui sous lequel ils ont déjà été souvent décrits. Leur cassure est finement saccharoïde, blanche ou légèrement cireuse, et ils passent quelquefois, comme près de Régusse, à de véritables marbres. Comme partout, ils sont très peu fossilifères; nous y avons cependant recueilli, au Sud de Régusse, *Rhynchonella astieriana* d'Orb. ; d'autre part, aux Infirmières près de Tourtour, un gisement assez riche nous a montré, avec des Echinides impossibles à extraire de la roche, des Brachiopodes divers et des traces d'Ammonites malheureusement indéterminables. Des recherches plus heureuses dans cette localité, jointes aux documents que nous commençons à posséder d'autre part sur ces calcaires, permettront sans doute prochainement d'en fixer le niveau et amèneront probablement à élever l'exposant 6 que nous avons affecté à leur désignation avec la lettre J.

Une couche de Bauxite, avec nombreux grains d'Hématite, se trouve souvent entre le Jurassique et le Crétacé ou l'Eocène. Un des gisements les plus importants existe entre Aups et le château de Cresson, où il est plusieurs fois recoupé par le canal d'arrosage dépendant des belles sources qui sourdent dans le voisinage du château.

Une importante lacune existe ensuite, car les seules couches crétacées que l'on peut observer dans notre région sont celles de l'horizon de Rognac.

Un niveau inférieur de brèches et poudingues, de grès avec pisolithes, de grès siliceux avec faune de reptiles, se montre très développé et fossilifère dans la vallée au Nord de Fox-Amphoux, tandis qu'il manque au Nord de Salernes et n'apparaît à la Bouissière, ainsi qu'à Aups, que d'une façon rudimentaire.

Nous avons recueilli dans les grès de Fox-Amphoux de nombreux ossements de :

Hypselosaurus priscus Math.

Rhabdodon priscum Math.

Crocodylus sp.

Des calcaires surmontent ces premières assises et reposent

directement, à la Lauve, près de Salernes, sur les dolomies jurassiques. Ils contiennent une faune qui permet de les paralléliser avec ceux de la barre de Rognac et qui comprend les espèces suivantes, dont nous devons la détermination à l'obligeance de M. Collot :

Bulimus Panescorsi Math.

— *Salernensis* Math. in Sandb.

Cyclophorus heliciformis Math.

Leptopoma (Bauxia) Boulayi Caziot.

— — *viviparaeformis* Caziot.

On pourra voir, sur la carte géologique, que nous avons considéré comme appartenant aussi à l'horizon de Rognac les argiles rouges, les grès avec pisolithes par places, les calcaires noduleux blanchâtres qui surmontent, à Salernes et à Aups, les calcaires dont nous venons de parler. Lors de la réunion de la Société à Salernes, M. Collot, ainsi qu'on le verra dans le compte-rendu de la course, a exprimé l'avis qu'il convenait de rapporter à l'Eocène cet ensemble de couches. Bien que la limite du Crétacé et du Tertiaire ainsi déterminée soit un peu artificielle en l'absence de caractères paléontologiques, nous nous rangeons volontiers à l'opinion d'un des géologues qui connaissent le mieux le bassin d'Aix, et nous avons par suite admis, dans nos coupes, que la partie supérieure des dépôts de la vallée de Salernes était éocène et correspondant à l'horizon de Vitrolles et d'Arbois.

Une nouvelle lacune a lieu encore au dessus de cet Eocène inférieur, et coïncide avec l'époque des grands plissements de la région, de telle sorte que les dépôts oligocènes, que nous allons faire connaître, sont discordants de la façon la plus nette par rapport aux couches inférieures.

Les sédiments oligocènes, d'origine lacustre, occupent une grande surface dans la dépression triasique de Barjols. On peut également les observer dans les environs du château de Fabrègue, au Sud-Ouest d'Aups.

Dans le premier de ces gisements, ils sont constitués, au Sud, près de Brué-Auriac, par des calcaires tendres, blancs, ayant souvent des tendances à se diviser en plaquettes. En remontant vers le Nord, des argiles souvent mêlées de sable siliceux, jaunes et rouges, alternent avec des bancs durs de moins en moins gréseux, qui, entre Varages et la Verdière, passent à de véritables calcaires, tantôt curieusement percés de trous irréguliers perpendiculaires aux bancs, tantôt divisés en plaquettes.

Ces couches contiennent partout de nombreuses empreintes de

tiges et de graines de *Chara*, avec de petits Planorbes et autres coquilles lacustres écrasés et indéterminables. Dans les calcaires, entre Varages et la Verdière, on trouve de très beaux et nombreux échantillons d'un *Helix* se rapportant à *H. eurabdotu* Font.; nous avons recueilli aussi dans ce gisement *Planorbis cornu* Brong.

Dans les environs du château de Fabrègue, les calcaires en plaquettes et les marnes grises qui constituent les sédiments sont plus riches en fossiles déterminables. Nous citerons en première ligne des ossements très bien conservés et qui ont été reconnus par M. Depéret comme appartenant à *Dremotherium Feignouxii* Geoff. et à un autre Moschidé : *Amphitragulus* ou *Dremotherium* de petite taille. De petits planorbes, rappelant ceux que l'on trouve écrasés au Sud de Barjols, mais conservés intacts, paraissent être des jeunes de *Pl. cornu*. Enfin les empreintes végétales ne sont pas rares et constituent même de petits lits ligniteux; nous avons pu extraire des couches voisines de nombreux échantillons d'un organe végétal de fonctions encore peu connues, mais bien déterminé sous le nom de *Carpolithes Websteri*.

Tous ces fossiles concordent pour faire attribuer aux couches dont nous venons de parler, un âge un peu plus ancien que celles dans lesquelles, à l'Ouest de Varages, M. Collot a signalé *Mastodon angustidens*. Nous les avons donc considérées comme aquitaniennes.

Il nous reste à dire un dernier mot des tufs si développés dans les vallées de notre région, et dont on peut observer des masses énormes à Varages, à Barjols, à Sillans, à Salernes, à Villecroze. Nous les avons jusqu'ici considérés comme quaternaires, mais il est très possible qu'une étude des restes organisés qu'ils contiennent les fasse reconnaître comme plus anciens, ce qui s'accorderait mieux avec leur situation en terrasses correspondant peu au relief actuel du terrain.

III

Les coupes que représentent les planches XXVIII et XXIX permettent de préciser très nettement les mouvements orogéniques qui ont eu lieu dans les zones de plissement de Salernes et d'Aups.

Avant d'en aborder la description, disons quelques mots des indications qui y sont inscrites. Par une ligne théorique en trait ponctué, nous avons représenté sur chaque coupe les plissements d'un niveau géologique assez bien placé pour faire partie de la plus grande partie des plis. Ce niveau a pu être l'Infralias pour la plupart des coupes, et c'est seulement pour les coupes XX et XXI

que la ligne ponctuée représente la trajectoire du Bajocien (XX) et de l'Oxfordien (XXI).

Cette ligne offre des courbes anticlinales et synclinales. Nous avons noté, comme dans une de nos récentes études (1), les anticlinaux par des lettres A, avec indices, et porté le même indice appliqué à la lettre S aux synclinaux situés du côté vers lequel la dissymétrie commune aux plis d'une même zone en a produit le déversement, ces synclinaux étant évidemment les plus accentués, quand il n'y a qu'un seul pli, parmi les deux mouvements de cette espèce qui accompagnent nécessairement tout anticlinal.

Nous avons enfin distingué par des lettres de formes différentes (a. s) les plis appartenant à la zone d'Aups de ceux de la zone de Salernes.

Ainsi qu'il est dit plus haut dans notre préambule, la notice des plis couchés est venue justifier d'une façon simple et rationnelle toutes les anomalies qui rendaient inexplicables sans son intervention la constitution de la région. Une seule hypothèse aurait permis en effet de les comprendre à peu près, si elle avait pu être admise, c'était la supposition d'une transgression du Crétacé supérieur et de l'Eocène dans une contrée ayant déjà subi, et des plissements énergiques, et des érosions considérables. Mais cette hypothèse ne peut être maintenue en présence de la constatation de la concordance du Crétacé et de l'Eocène avec le Jurassique partout où on peut l'observer dans de bonnes conditions.

Nos coupes sont établies par suite en considérant cette transgression comme impossible, et elles constituent dans ces conditions, à notre avis, la seule interprétation admissible des faits observés.

Coupe I. — Ces préliminaires posés, nous prendrons par origine la coupe I, de dispositions très simples, qui montre les plis $A_1 S_1$ et $A_2 S_2$ dont les flancs normaux ont seuls subsisté.

Coupe II. — Dans la coupe II, le pli $A_1 S_1$ laisse apparaître un lambeau de son flanc renversé, bien observable aux abords de la ferme de Sainte-Catherine, près de Rognette. Le pli $A_2 S_2$, lui aussi, se complète en se relevant notablement.

Coupe III. — Un pli nouveau et intense ($A_3 S_3$) se montre dans la coupe III, où il occasionne une disposition curieuse. C'est en effet le substratum, qui, énergiquement plissé, n'en a pas moins été recouvert par le déversement du grand pli $A_1 S_1$, et dès lors le

(1) *Bull. Carte géol. de France et Topogr. sout.* Note sur la continuation de la Chaîne de la Sainte-Beaume. I. II, n° 18, 1891.

contact anormal, au lieu de se faire entre les diverses couches du pli A_1 et le Crétacé, s'opère entre les mêmes diverses couches et les assises non moins variées du substratum, de telle sorte que la ligne qui représente ce contact, évidente quand c'est entre le Crétacé et le Jurassique qu'elle est placée, peut devenir simplement hypothétique si le hasard amène deux termes identiques en contact. On va voir un exemple de ce fait se rattacher à un accident analogue, et amener un contact anormal, près de Condamine-Longue, un peu au N. de Cotignac, entre deux masses de Bathonien inférieur.

Coupe IV. — Le pli $A_3 S_3$ n'est pas le seul mouvement visible du substratum. La coupe IV, faite à peu près parallèlement à l'axe du pli $A_1 S_1$ (O.-S.-O.—E.-N.-E.), et au Sud du pli $A_3 S_3$, montre en effet que, là aussi, le Crétacé ne forme pas le couronnement total des couches anormalement recouvertes, et que le contact a lieu, d'un côté entre le Muschelkalk et le Crétacé, et de l'autre entre l'Infralias et les marnes bathoniennes. C'est non loin de ce dernier contact que se trouve la ligne de faille hypothétique dont nous avons parlé dans le paragraphe précédent.

Coupe V. — La coupe V est la première qui présente le caractère remarquable de comporter des plissements secondaires dans la masse de recouvrement. Les abords du monticule sur lequel est établie la Chapelle Saint-Laurent, qui domine Sillans, offrent en effet une structure compliquée de plis plus ou moins faillés.

Il y a lieu de remarquer aussi, sur cette coupe, l'apparition des plis $A_4 S_4$, et $A_5 S_5$, tous deux couchés dans le même sens que $A_1 S_1$, ainsi que le nouveau déversement et l'étirement des couches du pli $A_2 S_2$.

Coupe VI. — Les mêmes phénomènes de plissement se retrouvent dans la coupe VI, mais avec quelques modifications : le pli $A_4 S_4$ se relève en s'atténuant, son voisin $A_5 S_5$ varie peu. Dans le pli $A_1 S_1$, l'érosion fait apparaître une grande partie du substratum crétacé, et, d'autre part, on peut observer dans la portion détachée de la masse de recouvrement des plissements intenses, assez visibles pour être reconnus dans une photographie, ainsi que la Société a pu le constater par elle-même dans ses courses aux environs de Salernes.

Quant au pli $A_2 S_2$, il disparaît, ou du moins s'atténue assez pour se perdre dans la grande masse dolomitique du plateau d'Euchane.

Coupe VII. — La coupe suivante (VII) nous amène dans la région spécialement visitée par la Société. Nous ne ferons que rappeler, à son sujet, l'accident curieux de la Croix-Solliès, déjà signalé par

M. M. Bertrand (1), et que nos confrères ont examiné en détail. Il y a lieu de remarquer aussi, dans cette coupe, le relèvement du pli $A_5 S_5$.

Coupe VIII. — La coupe VIII passe par le défilé de la Bouissière, dont la Société a pu admirer la constitution si curieuse, et si bien inscrite sur les pentes abruptes entre lesquelles coule la Bresque.

Le flanc normal inférieur du pli $A_1 S_1$ montre là ses couches plusieurs fois plissées, au dessus desquelles un puissant coup de rabot a créé une surface à peu près horizontale où vont buter ses bancs redressés, et sur laquelle repose une faible épaisseur de brèches crétacées, que surmonte un couronnement remarquablement régulier d'Infralias presque horizontal.

Un petit îlot détaché d'Infralias prolonge cette masse de recouvrement vers le Nord; un témoin plus important a subsisté encore plus loin, et forme la colline qui fait face à la Croix-Solliès. On peut y observer, en dessous de la masse d'Infralias qui constitue le sommet et appartient au flanc normal supérieur du pli, un lambeau étiré du flanc renversé comprenant des couches bajociennes et bathoniennes, et même des vestiges de dolomies du Jurassique supérieur, le tout fortement laminé.

Les plis $A_3 S_3$ et $A_4 S_4$ se comportent dans cette coupe à peu près comme dans la précédente.

Coupe IX (Zone de Salernes). — Dans la coupe IX, nous ne signalerons maintenant que la diminution d'amplitude du pli $A_1 S_1$ qui comprend là une portion du flanc renversé constituée par des dolomies; nous réservons pour l'étude de la région d'Aups la description de la partie occidentale de cette coupe.

Cette coupe, étant oblique par rapport à la coupe précédente, vient passer au Sud dans les mêmes portions des plis $A_3 S_3$ et $A_4 S_4$; nous n'avons pas cru, en conséquence, devoir la prolonger jusque-là.

Entre la coupe IX et la coupe X, les érosions ont été considérables; elles ont entamé la masse de recouvrement et créé ainsi, près de la Ferme, un îlot de Crétacé tout entouré de Jurassique, puis, un peu plus loin, un contour très accentué de la ligne de contact anormal qui dessine un cap curieux formé d'Infralias visiblement superposé au Crétacé et duquel se détache même un petit massif isolé. La coupe X montre cette disposition.

Coupe X (zone de Salernes). — Cette coupe fait également voir combien peu il reste de l'origine visible du pli couché $A_1 S_1$ vers sa

(1) B. S. G. F. 3^e série. T. XVII. p. 239. 240.

racine, et quelle est la disposition des couches dans la région où, sur la carte, nous avons indiqué la prolongation de la ligne de contact anormal sur la limite de l'Infralias et du Bajocien.

Coupe XI (zone de Salernes). — Dans la coupe XI, on voit que nous supposons que le pli couché se continue, bien qu'il n'y ait plus aucune trace visible de faille. Mais il paraît impossible d'admettre que le pli $A_1 S_1$ s'annule ainsi si brusquement, surtout si l'on considère que non loin de là, près de Lorgues, on peut observer des phénomènes qui ne s'expliquent bien qu'en admettant qu'ils sont produits par la continuation de ce pli $A_1 S_1$. Il y aurait lieu dans ces conditions de prolonger dans l'Infralias, puis dans les marnes irisées, la ligne de contact anormal, pour raccorder les deux portions de cette ligne que nous avons d'ailleurs marquées tendant l'une vers l'autre.

Coupes XII et XIII (zone de Salernes). — Les coupes XII et XIII indiquent de quelle façon le pli $A_1 S_1$ se prolonge ainsi, selon cette hypothèse, pour paraître s'annuler ensuite.

Avant de quitter la zone de Salernes, disons enfin que les prolongations des coupes X, XI, XII et XIII ne rencontrent plus, vers le Sud, de traces suffisamment reconnaissables des plis $A_4 S_4$ et $A_5 S_5$, dont les mouvements peuvent ainsi être considérés comme annulés.

Par une coïncidence curieuse et sur laquelle nous aurons plus loin à insister, c'est aussi près de Lorgues, où nous venons de voir se terminer en apparence le pli $A_1 S_1$ de la zone de Salernes, que viennent aboutir aussi les plissements de la zone d'Aups.

Coupe XIII (zone d'Aups). — Nous voyons en effet, dans la coupe XIII, se dessiner très nettement le pli $a_1 s_1$ dont l'érosion a fait disparaître la plus grande partie du flanc normal supérieur, mais dont le flanc renversé et le flanc normal inférieur sont très reconnaissables, l'axe du synclinal qu'ils forment étant jalonné par la présence du Crétacé.

Coupe XII (zone d'Aups). — Dans la coupe XII la disposition varie un peu, mais reste analogue.

Coupe XI (zone d'Aups). — Un accroissement considérable dans l'amplitude du pli $a_1 s_1$ se produit entre les coupes XII et XI. Cette dernière montre en effet l'existence d'une masse de recouvrement que les érosions ont divisée en plusieurs tronçons, et dont la largeur perpendiculaire au pli, possible à mesurer justement à cause des dites érosions qui ont mis le Crétacé à nu, atteint approximativement trois kilomètres. Nous avons indiqué aussi,

dans cette coupe, l'existence des deux plis $a_2 s_2$ et $a_3 s_3$, dont nous verrons plus loin les modifications.

Coupe X (zone d'Aups). — Dans la coupe X le pli $a_1 s_1$ conserve à peu près sa physionomie ainsi que ses voisins $a_2 s_2$, $a_3 s_3$. Nous ferons remarquer dans cette coupe le curieux affleurement isolé du Crétacé, qui apparaît au milieu de Trias et d'Infralias sur la route de Draguignan à Salernes, près du pont de la Florieille, où il est d'ailleurs exploité comme argile à briques.

Coupe IX (zone d'Aups). — La coupe IX amène de sérieuses modifications, qu'un coup d'œil permet de comprendre de suite, et qu'il serait trop long de décrire en détail. Ces modifications ont comme résultat général l'accentuation de tous les plis, et en particulier celle du pli $a_4 s_4$ qui se dessinait seulement à peine dans la coupe précédente. Notons également l'intervention du pli $a_5 s_5$ qui accidente le plan méridional du Puy de la Sigüe.

Coupe XIV. — Pour continuer à suivre rationnellement les plissements de la zone d'Aups, il faut passer à la coupe XIV. Le pli $a_2 s_2$, déjà très réduit dans la coupe précédente, a disparu ; dans le pli $a_1 s_1$ le flanc normal supérieur se réduit aux dolomies du Jurassique moyen et supérieur ; le pli $a_3 s_3$, auquel peu auparavant s'était raccordé le pli $a_5 s_5$, donne naissance par cette combinaison à un pli résultant $a_{3-5} s_{3-5}$, couché vers le sud-ouest comme $a_5 s_5$; le pli $a_4 s_4$ s'ouvre pour montrer un centre infraliasique ; enfin un pli nouveau, $a_6 s_6$ se montre déjà très accentué, et couché, comme tous ses voisins immédiats, vers le Sud-Ouest.

Coupe XV. — Tout se resserre encore dans la coupe XV : le pli $a_1 s_1$ se relève et laisse apparaître à son centre le curieux affleurement du Muschelkalk de la Baume ; l'anticlinal a_4 s'ouvre encore légèrement ; les plis $a_{3-5} s_{3-5}$ et $a_6 s_6$ se raccordent, et leur union donne lieu au pli $a_{3-5-6} s_{3-5-6}$, couché dans le même sens que ses composants.

Coupe XVI. — La Coupe XVI est une coupe de transition curieuse : tandis que les plis $a_1 s_1$ et $a_4 s_4$ se réunissent en un seul mouvement, prêt d'ailleurs à s'annuler rapidement ensuite, le pli $a_{3-5-6} s_{3-5-6}$ semble disparaître dans une masse de dolomies. Nous pensons qu'il doit y subsister avec les dispositions indiquées par notre coupe, car il serait impossible d'expliquer autrement les phénomènes que représentent les coupes XVII et XVIII, et que la présence de couches diverses bien caractérisées permet de reconnaître d'une façon certaine. Il y aurait là par suite à tracer, entre les

Moulières et les Infirmières, pour relier les deux traces visibles du plissement, une ligne hypothétique raccordant les contacts anormaux tracés sur la carte.

Coupe XVII. — Dans la coupe XVII, faite près de la ferme des Infirmières, on peut constater l'existence d'un flot d'Infralias reposant sur le Crétacé, et ne pouvant provenir que d'une émanation de la mince bande d'Infralias qu'on observe d'une façon très constante sur le flanc de la montagne des Espiguières.

Coupe XVIII. — Plus loin, au château de Cresson, la disposition est peu différente, et la bande qui forme le noyau de l'anticlinal couché a_{3-5-6} se complète momentanément d'un peu de Marnes irisées avec gypse (coupe XVIII).

Notons dans cette coupe et la précédente la présence d'un affleurement continu de Jurassique supérieur entre l'Infralias et le Crétacé, affleurement constituant par suite un vestige du flanc renversé du pli.

Coupe XIX. — Nous arrivons enfin à Aups (coupe XIX), où le pli a_{3-5-6} S_{3-5-6} est un peu plus complet. Le flanc normal supérieur est composé de Bajocien et des couches qui le surmontent normalement; le flanc renversé est représenté par des dolomies, reposant sur le Crétacé qui forme le sous-sol de la ville d'Aups.

Nous avons prolongé la coupe XIX jusqu'au piton de N.-D. de Liesse pour y montrer un pli épisodique a_7 s_7 très net et fort accentué, qui ramène l'Infralias et un peu de Bajocien sur le chemin qui monte d'Aups à la Chapelle.

Coupe XX. — La coupe XX passe par le village de Moissac, où l'on peut très bien observer, dans le talus de la route de Riez, un peu avant le col, la superposition du Jurassique au Crétacé. Le pli couché reste bien accusé encore par les dispositions relatives du Bajocien et des dolomies bathoniennes, dans le flanc normal, et par la présence d'une masse de calcaires blancs appartenant au flanc renversé, et formant, le long des collines à l'est de Moissac, une falaise très régulièrement superposée au Crétacé, et couronnée de couches bajociennes ou bathoniennes.

Coupe XXI. — Entre Moissac et Régusse, les assises se redressent peu à peu, et, à Régusse même, le pli a_{3-5-6} S_{3-5-6} est complètement relevé et ne conserve de sa dissymétrie précédente que la verticalité de son flanc septentrional; c'est ce que représente la coupe XXI.

Ainsi se termine la partie intéressante de la zone plissée d'Aups, que nous ne suivrons pas plus loin, et dont on a pu apprécier avec précision les variations de constitution depuis le point où nous en

avons vu l'origine, près de Lorgues. Ajoutons cependant que nos coupes n'ont pas compris un pli $a_8 s_8$, analogue au pli $a_7 s_7$, mais plus étendu, couché comme lui vers le Sud, et amenant au jour les marnes irisées des Gypières, au Nord d'Aups.

Revenons à la zone de Salernes, et examinons comment se comportent les plissements à l'Ouest de la coupe I.

Si l'on suit à partir de cette section la ligne de contact anormal du pli $A_1 S_1$, on la voit se relever vers le Nord, et, après avoir traversé la route de Barjols, se continuer par une courbe accentuée et envelopper ainsi le monticule à peu près isolé qui se trouve au Nord-Est de Barjols et porte la cote 344 sur la carte d'Etat-Major.

Quant à la bande crétacée et éocène qui forme le substratum du recouvrement, elle se continue vers le Nord-Ouest, mais ses rapports avec les couches voisines varient subitement dans une forte mesure.

Tandis en effet que dans toute la région où subsiste le pli $A_1 S_1$ le Crétacé et l'Eocène sont placés entre des terrains jurassiques ou triasiques qui les recouvrent et des couches du Jurassique supérieur qui les supportent régulièrement, c'est le contraire qui a lieu dans la zone que nous considérons : L'Eocène surmonte le Trias, et, au contraire, le contact de ce même Eocène avec le Jurassique supérieur s'opère anormalement, les calcaires blancs qui constituent ce dernier étage étant *superposés* aux couches de Vitrolles et se prolongeant même, au-dessus de ces grès et marnes, en îlots séparés.

Cette disposition est d'ailleurs corroborée par ce fait que la bande éocène, qui ne dépasse pas le parallèle de Tavernes, se prolonge ensuite jusqu'à la Verdière et au-delà sous forme de faille d'étirement, à surface presque horizontale, suivant laquelle le Jurassique supérieur est superposé au Trias, avec rares apparitions des étages intermédiaires.

Coupe XXII. — Les coupes XXII et XXIII précisent les indications que nous venons de donner : on voit dans la coupe XXII le pli $A_1 S_1$, montrant en ce point un remarquable vestige du flanc renversé. Cette section indique également deux autres superpositions de Jurassique à l'Eocène qui se rapportent aux phénomènes dont nous venons de dire quelques mots, et qui se développent dans la coupe suivante.

Coupe XXIII. — La disposition des terrains décrite plus haut est nettement accusée dans la coupe XXIII, qui indique également l'existence, dans la vallée de Barjols, de dépôts oligocènes reposant en discordance sur le Trias.

Nous allons montrer que ces phénomènes peuvent s'expliquer en invoquant les mouvements qui ont eu lieu après le dépôt de l'Oligocène, et dont l'existence est démontrée par les dislocations évidentes subies par les couches aquitaniennes de la région.

Remarquons tout d'abord que la succession anormale de la coupe XXIII se retrouve symétriquement, trait pour trait, sur le bord opposé de la bande triasique qui accidente si singulièrement la carte géologique. On peut le constater sur la coupe XXIV, passant près du hameau des Annelles, au sud de Varages, et le voir également très nettement sur la carte.

Il résulte de ce fait la preuve d'une liaison intime entre l'existence de la bande triasique et les anomalies que l'on observe sur ses bords.

Nous pensons que cette liaison est la suite des mouvements qui sont représentés schématiquement par les Fig. 1 et 2 de la planche XXIX, et qui auraient eu lieu, ainsi que nous l'avons énoncé tout à l'heure, après le dépôt des couches oligocènes dans la dépression causée par une érosion post-éocène descendue jusqu'au Trias.

Là où les couches éocènes apparaissent, il y aurait eu à la fois suppression des assises supérieures au Trias par étirement, et chevauchement du Jurassique supérieur au-dessus de l'Eocène. Plus loin, à Varages, par exemple, le chevauchement n'existerait plus, et il y aurait seulement eu étirement des couches intermédiaires entre le Trias et le Jurassique supérieur, hypothèse que justifie très sûrement la réapparition partielle de ces couches précisément dans les portions de la faille qui sont les plus éloignées de l'axe de la bande (entre Varages et Tavernes ; à l'Est de la Verdière).

Il devient alors rationnel d'admettre la participation de l'Eocène à ces mouvements, et d'expliquer ainsi un fait qui nous avait frappé et qui est représenté sur la Carte géologique entre Carbonnière et Puits d'Auberge, à l'Est de la Verdière, à savoir la superposition anormale, bien probable, d'après l'aspect du contact, du Jurassique supérieur sur l'Oligocène.

Près des Annelles (coupe XXIV), les rapports des couches sont encore plus compliqués. Il est d'abord certain que l'Eocène, qui forme une bande étroite rattachée à la masse de même âge qui s'étend au Nord de la hauteur de Palières, est là dans la situation que nous avons représentée : au-dessous du Jurassique de l'Ouest, au-dessus du Trias de l'Est ; la forme de la ligne de contact autour du hameau des Annelles le prouve d'une façon qui nous paraît évidente. L'intervention de l'Oligocène, intimement lié au Trias, ne nous semble pas devoir modifier ces rapports, et nous avons été ainsi conduit à faire l'hypothèse, peut-être un peu hardie, mais

expliquant bien le fait d'un contact intime entre les marnes éocènes et les marnes oligocènes, consistant à supposer que l'Éocène a débordé là aussi bien sur l'Oligocène que sur le Trias.

Faisons remarquer enfin que l'hypothèse que nous avons faite permet d'expliquer dans des conditions très rationnelles les anomalies d'un autre point, beaucoup plus méridional, du bord de la bande triasique. Nous voulons parler des environs de la ferme d'Anadeau, au Sud de Bras, dont M. M. Bertrand a autrefois signalé les complications (1), et que nous avons représentés sur la Carte géologique en admettant une simple transgression de l'Oligocène.

Il nous paraît beaucoup plus simple, et très conforme aux apparences, de supposer que les flots jurassiques sont venus du massif de même nature situé à l'Est, et non des couches anciennes de l'Ouest qui sont uniquement triasiques.

Il découle de tout ce que nous venons de dire que les phénomènes qui accompagnent la bande triasique de Barjols, et ceux qui ont amené la production de cette bande elle-même, ne peuvent avoir aucun rapport direct avec les plissements de la zone de Salernes. On peut donc chercher si ces derniers mouvements, qui ne paraissent pas s'arrêter à Barjols, n'auraient pas leur continuation au-delà de la bande triasique. Or, c'est précisément ce qui nous paraît ressortir de la présence du pli représenté par la coupe XXV, dans lequel nous retrouvons la même constitution, la même orientation générale que dans le pli $A_1 S_1$ de la coupe I, et qui, sur la Carte, paraît pouvoir en être considéré sans difficulté comme le prolongement.

C'est donc sur la feuille d'Aix, c'est-à-dire en dehors des limites de notre travail, qu'il faudrait continuer à suivre les modifications du pli $A_1 S_1$.

Coupe XXV. — La coupe XXV montre ainsi quels sont les rapports que nous supposons devoir exister entre le Jurassique et l'Éocène au nord de cette coupe.

L'examen des limites du monticule de Laval ne permet d'ailleurs pas de doute au sujet de sa superposition à l'Éocène. La hauteur de calcaire blanc qui se trouve de l'autre côté de la route se rattache trop nettement à ce monticule pour qu'on ne considère pas sa superposition comme très probable aussi. Il est possible, et les rapports des couches dans le col situé au-dessus du hameau de la Combe peuvent le faire supposer, que ces superpositions anormales soient simplement des phénomènes se rattachant aux accidents du

(1) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 245.

bord de la bande triasique, mais elles pourraient également dépendre de plissements se développant sur la feuille d'Aix.

Les zones de Salernes et d'Aups ainsi passées en revue, jetons un coup-d'œil sur leurs abords, au moins en ce qui concerne les rapports que ces abords peuvent présenter avec les zones elles-mêmes.

La région située au sud de la zone de Salernes et à l'est de la bande triasique de Barjols peut se diviser en deux parties principales : en premier lieu, au sud du Gros Bessillon, le grand massif régulier du Jurassique moyen et supérieur dans lequel s'ouvre, pour laisser passer l'Argens, le beau défilé de Châteauvert; puis, vers l'est, une grande étendue de Trias, où serpente le même cours d'eau, et qui n'est accidentée que par le lambeau de couches supérieures que coupe la route de Carcès à Cotignac. Entre ces deux parties, les assises intermédiaires forment un pli très dissymétrique, couché vers l'ouest, et se raccordant à Cotignac aux plis $A_4 S_4$ et $A_5 S_5$ de la zone de Salernes, avec lesquels il fait un angle un peu plus grand que 90° . On pourrait peut-être considérer ce pli comme la continuation des deux mouvements dont nous venons de parler, et admettre que la zone de Salernes s'étende jusque là par suite d'une sorte d'ouverture en éventail. Nous pensons cependant que l'existence de la masse jurassique non plissée du sud du Gros Bessillon doit conduire à classer en dehors de la zone en question le pli précité.

Au nord de la zone d'Aups, on rencontre d'abord une bande assez large, d'allure relativement tranquille, où n'affleure presque que du Jurassique supérieur et moyen, puis un pli passant près d'Ampus, orienté dans la même direction à peu près que les plis de la zone d'Aups, mais couché vers le Nord-Nord-Est, c'est-à-dire en sens contraire. Ces raisons nous ont conduit à considérer le pli d'Ampus comme devant être mis en dehors du faisceau que nous avons étudié.

On trouvera peut-être la détermination de ces limites un peu artificielle, mais on comprendra facilement que des justifications plus précises nécessiteraient la description détaillée d'une région bien plus étendue que celle à laquelle nous avons voulu nous borner dans le précédent travail. Ces intéressantes questions trouveront place plus tard dans une étude d'ensemble.

Vers l'intérieur du V formé par les deux zones plissées, les limites sont bien plus nettes et rationnelles. On peut, en effet, facilement reconnaître que la constitution de l'espace compris ainsi entre les deux zones est des plus simples, les mouvements qu'on y observe.

étant peu accentués, et présentant d'ailleurs ce caractère remarquable qu'ils datent pour la plus grande partie des dislocations post-oligocènes, puisque l'Aquitanien du château de Fabrègue est soulevé en même temps que les dolomies qui forment la chaîne que traverse la route de Barjols à Aups au col de Peyroste.

Fig. 35.



Carte des plis des régions plissées de Salernes et d'Aups.

- A₁-A₅. — Axes des anticlinaux de la zone de Salernes.
- A₁, A₈. — Id. Id. d'Aups.
- I-XXV: — Lignes de coupes.

On peut donc supposer avec presque certitude que la région, triangulaire ou à peu près, comprise entre les deux zones plissées et la bande triasique de la Verdière, est restée presque immobile pendant que les dites zones subissaient, en s'appuyant sur ses bords, les plissements énergiques que nous avons décrits en détail.

Cette disposition est un exemple intéressant du sectionnement des surfaces, soumises à des compressions d'où résultent des plissements, en sections dont les unes restent à très peu près immuables, et dont les autres au contraire sont l'objet de ridements énergiques.

La petite carte figurée ci-contre (fig. 35) permet de se rendre compte de ce que nous venons d'énoncer, ainsi que de la disposition générale qu'affectent les plis dans chaque zone. Nous y avons indiqué également les lignes des coupes.

On peut voir sur cette carte que les plis $A_1 S_1$ et $a_1 s_1$, appartenant chacun à une zone différente, paraissent se faire suite près de Lorgues, où nous avons montré qu'ils aboutissent tous les deux. Le phénomène, que la carte géologique permet de bien comprendre, est très simple : le Trias fait tout le tour, au sud, de la colline de Saint-Ferréol, séparé des terrains relativement récents qui constituent cette hauteur par la ligne de discontinuité, et vient ainsi, en partant de Lorgues, se confondre avec les couches de la même époque qui descendent des environs de Flayosc. Cette disposition ne peut s'expliquer, à notre avis, qu'en supposant l'annulation rapide du flanc renversé du pli $A_1 S_1$ et la fusion des deux flancs normaux en une seule nappe continue également normale.

C'est là une vérification bien nette de la loi que nous avons énoncée dans un récent travail (1), à savoir que lorsque deux plis déversés l'un vers l'autre arrivent dans le voisinage l'un de l'autre, ils ont des tendances à se réunir, et que cette réunion donne lieu à un pli résultant très peu accentué, et même rudimentaire, de telle sorte que les plis confondus paraissent assemblés par une surface analogue à un demi-tore à section semi-ovale inclinée.

Nous avons également examiné le cas de deux plis couchés dans le même sens, et montré que leur raccordement devait produire un pli résultant très accentué et de même dissymétrie. La zone d'Aups montre un remarquable exemple de cette loi ; les plis $a_3 s_3$, $a_5 s_5$, dont l'un est à peu près droit et l'autre couché vers le sud-ouest, se réunissent et donnent lieu au pli $a_{3-5} s_{3-5}$, également couché vers le sud-ouest et très accentué, qui s'unit au pli $a_6 s_6$, de même dissymétrie, pour former enfin le pli $a_{3-5-6} s_{3-5-6}$, de grande intensité et

(1) *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 21^e année, n^o 251, sept. 1891.

de toujours même dissymétrie, qui se prolonge dans les mêmes conditions jusqu'au delà de Moissac, et se relève ensuite pour se continuer longtemps encore.

Les coupes des Planches XXVIII et XXIX permettent d'ailleurs de bien constater ce que nous disions dans la suite du travail précité (1). C'est que la dissymétrie des plis conserve en général son sens dans une notable étendue, et cela par suite de la continuité habituelle des causes qui la font naître, ainsi que de la lenteur ordinaire de leurs variations.

Compte-rendu de la Course de Cucuron,

par M. Depéret.

La Société a quitté en voiture la petite ville de Pertuis pour se rendre à Cucuron. Dans ce trajet, elle a recoupé la grande bande de terrains miocènes qui s'étend au pied du mont Leberon, entre cette montagne et la Durance.

Les circonstances n'ont pas permis de visiter l'affleurement de l'*Helvétien inférieur* (mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* et *Ostrea crassissima*) avec conglomérat verdâtre à la base, qui, un peu à l'est de Pertuis, sur la route de la Bastidonne, repose sur l'Aquitainien à *Helix Ramondi*. Mais on a traversé entre Pertuis et Cabrières la puissante série des sables et grès de l'*Helvétien moyen*, pauvres en fossiles, et caractérisés par le *Pecten Fuchsi*.

A Cabrières, la Société est descendue de voiture et a pu étudier au-dessus des assises sableuses précédentes la série des terrains de l'*Helvétien supérieur* et des couches lacustres et continentales du *Miocène supérieur* qui le surmontent.

Le ravin du Vabre, en amont de la ferme de l'*Aumane*, a montré notamment une belle succession des plus nettes qui est la suivante :

1° Sables de l'*Helvétien moyen*.

2° Mollasse de Cucuron ; calcaires mollassiques gréseux à *Pecten scabriusculus*, *Pecten planosulcatus* (*Helvétien supérieur*).

3° Marnes de Cabrières : formation marneuse littorale avec nombreux galets perforés par les mollusques lithophages ; faune riche et abondante : *Cardita Jouanneti*, *Ancilla glandiformis*, *Pleurotoma Jouanneti*, *Nassa Cabrierensis* (forme ancestrale de *Nassa semistriata*), *Eastonia rugosa*, etc. Plusieurs gisements fossilifères de

(1) *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 22^e année, n^o 254, déc. 1891.

cette assise ont été visités par la Société sous la conduite de M. Deydier, notaire à Cucuron.

Cette assise contient les espèces de la mollasse de Cucuron avec un certain nombre de formes nouvelles d'affinités tortoniennes (Pleurotomes, *Astarte galloprovincialis*).

4° Couches sableuses avec rares fossiles marins faisant le passage aux couches saumâtres supérieures.

5° Marnes grises, ligniteuses par place, à faune saumâtre (*Melanopsis Narzolina*).

6° Ces marnes passent insensiblement, en se chargeant de calcaire, à un calcaire lacustre blanc à *Helix Christoli*.

7° Alternance de calcaires lacustres et de limons rouges puissants à *Hipparion*, et autres mammifères terrestres.

La Société a visité, en passant à l'Aumane, les anciennes excavations des fouilles de M. le professeur Gaudry, qui a magistralement décrit cette faune de Mammifères sous le nom de *faune du Leberon*.

Il est à remarquer que l'ensemble des couches saumâtres lacustres et continentales qui composent la série précédente et représentent le *Miocène supérieur* en entier, sont comprises dans un synclinal de l'Helvétien, parallèle à l'arête du Leberon.

Après le déjeuner, qui a eu lieu à Cucuron, la Société a visité le célèbre gisement de Ratavoux, qui a fourni la faune de mollusques saumâtres, lacustres et terrestres décrite par MM. Fischer et Tournouër : *Melanopsis Narzolina*, *Helix Christoli*, *Bithynia Leberonensis*, Linnées, Planorbes, dont les membres présents à l'excursion ont pu faire une ample récolte.

On a traversé de nouveau en rentrant à Cucuron la série des couches marines de l'Helvétien supérieur déjà étudiées le matin à Cabrières, et remarquablement fossilifères.

Après une longue visite à la belle collection locale de M. Deydier, la Société est remontée en voiture pour se rendre à Apt, en traversant le Leberon par la courbe de Lourmarin.

A l'entrée sud de cette courbe, on s'est arrêté un instant pour voir le beau développement de la mollasse calcaire inférieure à *Pecten præscabriusculus*, constituant une énorme écaille redressée contre le Leberon, et séparée des calcaires néocomiens par une assise sableuse verdâtre contenant d'épaisses couches de conglomérats à éléments siliceux, qui représentent les sables à *Scutella paulensis* de Saint-Paul-Trois-Châteaux.

Dans la tranchée de la route, il n'y a point d'Oligocène interposé entre l'Helvétien et le Néocomien ; mais du côté opposé du ruisseau

de l'Aiguebrun, il existe un mince affleurement de calcaires lacustres à *Hydrobia Dubuissonni* (Tongrien supérieur) étiré et pincé entre la molasse et le secondaire.

La nuit a empêché la Société de continuer ses observations géologiques dans la combe néocomienne et sur le plateau mollassique qui domine la ville d'Apt.

Compte rendu des Courses d'Apt, par M. Kilian et Depéret.

Le matin, la Société est allée, sous la conduite de M. Kilian, visiter les beaux escarpements de la vallée de la Doua, entaillés dans les sables bigarrés dont les couleurs rutilantes impriment un si étrange aspect aux paysages des environs d'Apt.

On a étudié le talus escarpé de la rive droite de la rivière, constitué à sa base par les sables rouges, jaunes, ocreux, consolidés parfois en un grès ferrugineux (minerai de fer de Rustrel), ensemble que MM. Kilian et Leenhardt ont attribué au Crétacé moyen (Gault-Cénomanién). Au-dessus de ces sables massifs et dépourvus de galets roulés, se sont montrés d'autres sables assez semblables aux précédents par leur couleur et leur aspect, mais contenant de nombreux petits galets quartzeux et ravinant par places les sables crétacés sous-jacents. C'est au contact des sables inférieurs et des sables à galets supérieurs qu'a été placée par MM. Kilian, Leenhardt et Depéret, la limite du Crétacé et du Tertiaire, souvent difficiles à séparer dans la région à cause de la similitude des matériaux constituants. Au dessus de cette base sableuse de l'Oligocène, l'élément marneux et argileux commence à intervenir et on passe ainsi à des marnes rosées, verdâtres, multicolores, de teintes moins vives que celles des sables crétacés sous-jacents et se rapportant à l'*Eocène supérieur*. L'*Infra-tongrien* à Cyrènes et le *Tongrien* forment le couronnement du talus.

L'après-midi, la Société s'est rendue en voiture à Gargas, en traversant rapidement la plaine d'Apt, formée par les marnes aptiennes dont on a vu en passant quelques gisements fossilifères. Près de Gargas, M. Kilian a fait constater rapidement l'existence au-dessus de l'Aptien des couches verdâtres à *Ammonites Milleti* supportant elles-mêmes les sables bigarrés semblables à ceux de la vallée de la Doua, et au milieu desquels sont les couches d'ocre exploitées non loin de là, au hameau des Tamisiers.

On a ensuite visité la butte tertiaire de Sainte-Radegonde, témoin isolé au milieu de la plaine crétacée d'Apt, et dont la conservation est due à un affaissement partiel entre deux failles parallèles.

Le soubassement du Tertiaire est constitué par les sables bigarrés crétacés avec minerai de fer à la partie supérieure.

1° L'Oligocène débute par des marnes rosées dont le point de contact avec le Crétacé sous-jacent est difficile à préciser, mais qui ont un faciès tertiaire. On y trouve d'abondants cristaux de gypse, et d'après ce que l'on sait de la région, elles correspondent à l'*Eocène supérieur*.

2° Un peu plus haut, on passe à des couches sablo-marneuses verdâtres contenant des intercalations de plaquettes calcaires couvertes de *Cyrena semistriata* et *C. gargasensis* (Infra-tongrien) avec empreintes de cristaux de gypse.

3° Puis vient une masse marneuse contenant une épaisse lentille de gypse (gypse de Gargas) exploité en divers points autour de la colline de Sainte-Radegonde.

4° Enfin le sommet du mamelon est constitué par les calcaires blancs en plaquettes plus ou moins épaisses à *Hydrobia Dubuissoni* et *Potamides* du *Tongrien supérieur*.

Sur le flanc de la colline, on observe des lambeaux éboulés d'Aquitanien à *Planorbis cornu* et de Mollasse marine, témoins de l'ancienne extension de ces assises.

Enfin la Société est allée visiter la mine de lignite à *Palæotherium* placée sur le flanc Est de la colline de *Sainte-Radegonde* et qui est le gisement célèbre de mammifères éocènes, connu sous le nom défectueux de *gisement de Gargas*.

Cette lentille ligniteuse s'intercale nettement entre les marnes roses et vertes de la base de la série et les couches à Cyrènes qui servent de toit à l'excavation.

On a pu faire une ample récolte de débris de mammifères (*Palæotherium magnum*, *Paloplotherium minus*, *Anoplotherium*, *Cynodictis lacustris*) dans la collection de M. Courtois.

Course d'Orgon.

Arrivée à Orgon de bonne heure, la Société s'est rendue immédiatement à la chapelle Saint-Roch, construite sur le calcaire de Rognac supérieur à *Lychnus*, *Bauxia Baylei*, *Cyclophorus heliciformis* et autres fossiles de cet horizon.

Le but de l'excursion du matin était d'étudier les couches superposées à cette assise classique dite *barre de Rognac*, couches qui

constituent une colline assez escarpée dominant à l'ouest la ville d'Orgon et la chapelle Saint-Roch. En gravissant le talus malheureusement un peu trop cultivé de cette colline, on a pu constater au-dessus du calcaire de Rognac la présence de sables roses, lie-de-vin, verdâtres, mouchetés, à éléments siliceux, parfois consolidés en un grès ou en un quartzite piqueté de rose, constant à ce niveau dans la région. Il y a un passage ménagé de cette assise sableuse au calcaire de Rognac, par suite de l'existence vers la base des sables de quelques bancs calcaires à fossiles de Rognac. Par sa position et sa couleur, cette assise sableuse paraît représenter l'*étage de Vitrolles* sous un faciès plus sableux.

Au-dessus de cette assise, vient une barre de calcaires blancs compactes, à gros rognons de silex, qui ne sont pas fossilifères en ce point, mais qui, sur leur prolongement à Eygalières, contiennent en abondance le *Bulimus Hopei* de Serres qui y a été découvert par M. Provençal : c'est l'horizon du Montaiguët ou de l'Éocène moyen.

Observations sur les couches fluvio-lacustres à *Lychnus* et l'Urgo-aptien d'Orgon (Bouches-du-Rhône),

par M. Edm. Pellat

(Excursion à Orgon du 9 octobre au matin)

Arrivés, en venant d'Apt, à la gare d'Orgon, nous avons longé pour nous rendre à Orgon-ville, un bel escarpement d'Urgonien qui forme, le long de la Durance, du nord au sud, une sorte de falaise à pic. Très pressés, nous n'avons pu nous arrêter pour étudier ce massif composé de calcaires durs, presque saccharoïdes, bien inférieurs aux calcaires blancs à *Requienia ammonia* qui ont fait la célébrité géologique d'Orgon. Dans le massif qui domine la gare, nous n'aurions pu du reste recueillir que de grosses Rhynchonelles, (*Rhynchonella Renauxiana* d'Orb.), des débris de *Nerinæa gigantea* d'Hombre Firmas, des dents.

Le principal but de la demi-journée consacrée à Orgon était l'étude : 1° des sables bigarrés rapportés par M. Depéret à l'Éocène inférieur ; 2° des calcaires qui recouvrent ces sables et que M. Depéret assimile aux calcaires à *Bulimus Hopei* (Éocène moyen). Nous n'avons pas eu le temps, la veille, de voir ces couches dans les environs d'Apt.

Guidés par un zélé explorateur d'Orgon, M. Provençal, avec qui

j'avais relevé la coupe, que de leur côté, MM. Depéret et Leenhardt avaient faite en 1890, nous nous sommes arrêtés quelques instants près de la chapelle Saint-Roch. J'ai considéré les calcaires à Physes et à Cyclostomes de cet affleurement comme n'appartenant pas à la partie la plus supérieure du système fluviolacustre à Lychnus. Nous avons vu plus tard les couches supérieures de ce système.

Après avoir étudié, dans le ravin dit de Sainte-Madeleine, les sables et grès bigarrés de l'Eocène, nous avons atteint des calcaires à silex qui, d'après M. Depéret, correspondent aux calcaires à *Bulimus Hopei* du Montaignet (Eocène moyen). J'ai fait observer que c'est par erreur que le *Bulimus Hopei* a été cité à Orgon, les nombreux exemplaires recueillis par M. Provençal en 1890 provenant d'Eygalières, localité située à l'ouest d'Orgon et distante de dix kilomètres. J'ai publié sur cette localité une courte note me proposant d'en donner plus tard la coupe détaillée (1). On n'a jamais trouvé, jusqu'à présent, de fossiles dans les calcaires à silex de la Butte dite Mont Sauvy, mais d'après M. Depéret ces calcaires se relie à ceux qui couronnent les autres buttes, entre Orgon et Eygalières, et qui forment comme une barre presque parallèle à la chaîne des Alpilles, barre sous laquelle s'enfonce le système fluviolacustre à Lychnus.

Descendant du mont Sauvy à travers des cultures qui nous cachaient les sables bigarrés de l'Éocène inférieur, nous avons atteint, au nord-ouest de Saint-Roch, très près de la route de Cavailhon, les bancs à *Lychnus Matheroni* et une couche remplie de *Cyclotus solarium*, de Cyclostomes, etc. Ce sont les couches supérieures de la formation à Lychnus. Elles correspondent certainement à la barre de Rognac. Ces couches plongent au nord. M. Provençal nous a montré, ensuite, à un niveau plus bas, presque au bord du chemin de fer, des calcaires à *Bulimus Panescorsii* Math.

Traversant le chemin de fer de Saint-Remy et la route du Plau d'Orgon, nous sommes arrivés au lieu dit quartier du Paradis.

Au bord et à droite de la route qui conduit d'Orgon à Eygalières, nous avons vu une petite carrière où l'on exploite pour l'empierrement du chemin les calcaires gris-noirâtres, durs, compactes, à *Bulimus proboscideus* Math., *Cyclophorus Heberti* Roule, *Lychnus elongatus* Roule (fossiles habituels du Valdonnien de Peynier, de Puy-loubier dans la vallée du Lar, près d'Aix en Provence) (2). On trouve aussi dans ces calcaires des corps ovoïdes (œufs?).

(1) B. S. G. F. — Séance du 21 mai 1891, Compte rendu sommaire.

(2) Voir : Description du terrain crétaé de la Basse-Provence par M. Collot. B. S. G. F., p. XIX, 1890.

De l'autre côté de la route, au quartier du Mont Plaisant, nous avons vu le contact des calcaires à *Bulimus proboscideus* avec l'Urgonien. Le contact paraît se faire par faille. Quelques rognons de limonite recueillis dans les terres cultivées représentent peut-être, sur ce point, la Bauxite.

Nous n'avons pas eu le temps de chercher des fossiles dans les carrières d'Urgonien blanc, à *Requienia ammonia*, du quartier des Peyrières. Les fossiles y sont relativement rares et il est beaucoup plus simple de les acheter à Orgon aux personnes qui en ont le monopole.

En montant et se dirigeant au Sud vers le sommet de la chaîne des Alpilles, un peu à droite de la nouvelle chapelle qui domine Orgon, on aurait atteint, si l'on en avait eu le temps, des bancs urgoniens, inférieurs par suite du plongement aux calcaires blancs exploités. On y aurait recueilli en abondance *Nerinea Renduxiana* d'Orb. Plus haut et pourtant à un niveau inférieur, au col même, au lieu dit « quartier du Verdelet » on aurait atteint les bancs à *Nerinea gigantea* et une assise, récemment découverte par MM. Provencal et Magnan, remplie de *Radiolites neocomiensis* d'Orb. (*Agria neocomiensis* Math.).

J'aurais aussi désiré conduire mes collègues le long du pittoresque escarpement qui longe la Durance. En suivant au Sud, dans la direction de la chapelle dite Saint-André, le chemin que nous avons pris le matin pour aller de la gare d'Orgon à Orgon, et qui borde cette sorte de falaise parallèlement au canal, au chemin de fer et à la Durance, on aurait atteint, à deux kilomètres d'Orgon, de véritables calcaires à entroques, avec poches ou lits de calcaires pulvérolents blanchâtres, remplis de *Pseudocidaris clunifera*, de fragments de pentacrines, de débris d'astéries, puis une oolithe blanche très semblable à première vue aux oolithes du Jurassique supérieur. Dans cette oolithe, M. Provencal a patiemment recueilli une centaine de jolies espèces microscopiques. Le fossile le plus abondant est *l'Orbitolina conoïdea* Alb. Gras, qui pullule dans certaines couches de l'Urigo-aptien de Sassenage, Voreppe, etc. (près Grenoble); on y trouve des polypiers roulés, des radioles de cidaris, la *Rhynchonella lata* d'Orb., beaucoup de petites nérinées.

En continuant, toujours dans la direction de la chapelle Saint-André, on aurait atteint des calcaires à silice et des marno-calcaires grisâtres remplis d'Echinospatagus assez différents du type de l'Hauterivien.

Envisagé dans ses traits principaux, l'Urigo-aptien d'Orgon dont

je me propose de donner plus tard la coupe détaillée, avec attribution à chaque couche de sa faunule, peut être considéré comme constitué ainsi de haut en bas :

- 1° Calcaires blancs crayeux à *Requienia ammonia*, *Toucasia Lonsdalii*, nombreuses *Monopleura* ;
- 2° Calcaires à *Nerinea Renauxiana* ;
- 3° Calcaires à *Nerinea gigantea* avec bancs pétris de Rudistes (*Agriu*) ;
- 4° Calcaires à *Rhynchonella Renauxiana* ;
- 5° Calcaires saccharoïdes, calcaires à entroques, oolithe corallienne à *Orbitolina conoïdea* et nombreux petits fossiles.

Compte-rendu de l'Excursion aux Baux (Bouches-du-Rhône)

(9 Octobre après-midi).

par M. Ed. Pellat

L'après-midi du 9 octobre a été consacrée à l'étude malheureusement trop rapide de la série lacustre des Baux.

Partis de la gare d'Orgon-Ville à 11 heures et demie pour nous rendre à St-Rémy de Provence, nous nous sommes fait transporter, en voiture, de cette ville aux Baux.

La localité des Baux, bien peu connue, est aussi digne d'attirer l'attention du géologue que celle du touriste et de l'archéologue (1). Elle donne une très belle coupe de la série lacustre dont les sous-étages ont reçu les noms de Rognacien, Bégudien, Fuvélien et Valdonnien, et qui, dans son ensemble, a été rapportée par beaucoup de géologues à l'étage Danien.

Cette coupe est beaucoup plus nette et plus complète que celle décrite par notre confrère M. Caziot, dans les environs de Saint-Remy (2). Elle est plus complète aussi que celle du terrain lacustre inférieur d'Orgon (3). Plusieurs de ses assises diffèrent complètement de celles citées par notre confrère M. Collot dans sa coupe

(1) Les Baux sont une ville ruinée, ancienne capitale de la principauté de ce nom, située à trois lieues d'Arles, au sommet d'un versant des Alpilles, dans un site grandiose. Cette ancienne ville n'est plus qu'un pauvre village. Les premiers habitants ont taillé leurs demeures dans la molasse qui couronne la montagne. Suivant l'expression d'un géographe, c'est une ville presque monolithe.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVIII.

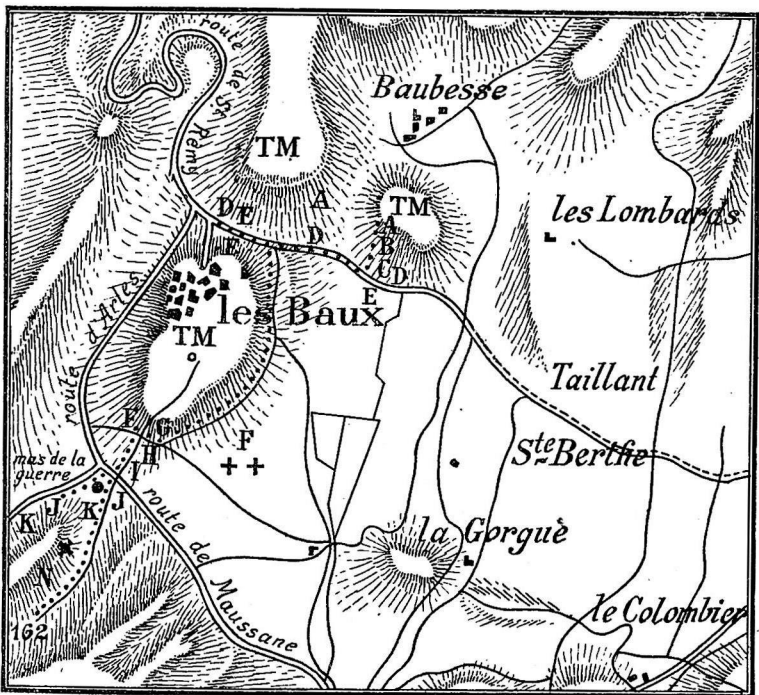
(3) Voir Note précédente (Excursion à Orgon, Note de M. Edm. Pellat).

« de la série d'eau douce d'Orgon » coupe qui est plutôt celle d'Eygalières que celle d'Orgon car elle a été relevée à trois kilomètres environ au nord-est de la première de ces deux localités.

J'avais commencé, avec un jeune et zélé géologue de Tarascon, M. Allard, à relever la coupe des Baux. Nous comptons encore la publier prochainement. Je regrette de n'être pas en mesure de la donner dans ce compte-rendu.

Nous divisons actuellement la série fluvio-lacustre comprise aux Baux entre la molasse helvétique et la Bauxite en onze assises. Chaque assise est désignée dans cette note par une lettre reproduite sur la petite carte insérée ci-après, à l'endroit où j'ai montré les affleurements :

Fig. 36.



Nous aurons certainement, M. Allard et moi, à subdiviser ces assises; il nous restera à en donner la coupe détaillée et à les raccorder, ce qui, à cause des cultures, sera pour plusieurs d'entre elles peu facile. Je me contente ici de décrire sommairement les affleure-

ments que j'ai montrés à mes collègues, en m'abstenant pour le moment de subdiviser ces couches et de les grouper en sous-étages.

A. Sous la molasse TM que nous n'avons pas eu le temps d'étudier (1), et qui débute par un poudingue à cailloux roulés et lithodomes, j'ai fait voir au nord-est des Baux un puissant massif de calcaires de couleur claire, blanchâtres ou jaunâtres, souvent rosâtres, quelquefois presque rouges. Les bancs, bien stratifiés, forment de véritables gradins. Ce massif, dont l'épaisseur peut être évaluée à 35 mètres, est, sauf sur quelques points, peu fossilifère ; mais vers le haut, à 10 mètres de la molasse, sur une épaisseur de 2 mètres à 2 mètres 50, à l'endroit où j'ai conduit mes collègues, la roche est absolument remplie de fossiles que les premiers explorateurs des Baux ont pu recueillir tout dégagés et d'une conservation parfaite, quelquefois même avec leurs couleurs. Ce sont surtout des *Leptopoma*, des *Cyclostomidés* pour lesquels M. Caziot a proposé le nom générique de *Bauxia* et parmi lesquels, malgré leur grande ressemblance, il a cru pouvoir distinguer sept espèces (*Bauxia necra*, *Bourguignati*, *Boulayi*, *Rouleana*, *Allardi*, *Pellati*, *viviparaformis* (2)). On trouve avec ces *Bauxia* : *Lychnus Matheroni* rare, *Cyclotus solarium* Math., très commun, de nombreux *Cyclostomes*, des *Paludines*, *Pupa antiqua* Math., assez commun, *Tournouerella Matheroni* Munier-Chalmas, et des corps allongés ovoïdes que l'on serait tenté de considérer comme le remplissage de trous de pholades, mais qui sont plutôt, d'après leur position dans le massif, des œufs d'Émydes.

B. Les calcaires sous-jacents deviennent noirâtres ; puis on observe des calcaires de couleur claire auxquels succèdent de nouveaux calcaires noirâtres. L'assise B a une quinzaine de mètres. Les fossiles y sont rares. Je n'y ai vu que des *Leptopoma* ou *Bauxia*.

C. En descendant, au-dessus d'un petit ravin, nous avons vu un calcaire friable, de couleur gris-cendré, à odeur bitumineuse, rempli de fossiles écrasés à test blanc très fragile. La faunule de cette couche, dont l'épaisseur ne dépasse pas deux mètres, devra être étudiée.

D. Sous ce calcaire grisâtre, on trouve des calcaires compacts, d'une blancheur parfaite, contenant des silex noirs, et dans

(1) On trouve en abondance, dans la molasse des Baux, *Pecten præscabriusculus*, *Pecten Tournali*, quelques échinides et assez souvent des dents.

(2) *Bull. de la Soc. malacologique de France*, t. VII, Juin 1890.

lesquels M. Allard et moi nous avons vainement cherché quelques traces de fossiles.

J'ai d'abord montré ces calcaires sur le talus gauche de la route, en venant de Saint-Rémy, à l'endroit où il y a une croix et où se détache la rampe rapide qui conduit à l'antique cité des Baux. Les éboulis de la molasse cachent en partie sur ce point la coupe, mais on peut distinguer quelques bancs de l'assise A.

En face du calvaire, sur deux mètres de calcaires blancs, on remarque une couche d'argile noirâtre suivie de quatre à cinq mètres de calcaires blancs semblables aux précédents, mais contenant des silex.

J'avais tout d'abord rapporté les calcaires blancs de cet affleurement aux calcaires éocènes du Montaignet, à *Bulimus Hopei*. Ils ressemblent, en effet, beaucoup à certains bancs d'Eygalières (1) et leur superposition à des sédiments argilo-sableux bigarrés (couche E ci-après), sédiments qui ont beaucoup de ressemblance avec le groupe des sables bigarrés de Mérindol (2), avait contribué à m'induire en erreur.

Ces calcaires blancs (D) forment en face du calcaire une magnifique voûte.

Nous les avons revus en suivant la route à l'Est, sur le talus gauche, au point de la carte où j'ai mis un D.

Par suite du plongement à l'Est, ils reparaissent au fond d'un petit ravin, sous la couche C, au point de la carte où j'ai mis encore un D. Dans ce troisième affleurement nous les avons vus recouverts par C. B. A. Ils ont là 15 à 20 mètres d'épaisseur.

E. Je donne la lettre E aux sables argileux bigarrés, agglutinés par place en blocs arrondis de grès de même couleur, blanchâtres ou grisâtres ou rougeâtres. La teinte rougeâtre domine ; aussi, de loin, croit on voir la Bauxite.

Nous avons observé cette assise au point culminant de la route, à quelques pas des Baux, au calvaire, à l'endroit d'où se détachent la route d'Arles et le tronçon de chemin qui monte aux Baux. Sur le talus gauche, l'assise E supporte les assises A, B, C, D, presque cachées par les éboulis ; sur le talus de droite, sous les Baux, l'assise E surmontée de la base de D, vient butter contre la molasse.

Je viens de dire, quelques lignes plus haut, que ces sables et grès versicolores (E), ressemblent étrangement aux sables et grès argileux bigarrés que M. Depéret désigne sous le nom d'Horizon de

(1) Voir Collot. *B. S. G. F.*, t. XIX, et Pellat, même volume.

(2) *C. R. Ac. Sc.* — Note de MM. Depéret et Leenhardt, 1890.

Mérindol, qu'il rapporte à l'Eocène inférieur (1) et auxquels ont été assimilés, dans la course de la matinée du 9 octobre, les sables et grès du ravin situé près d'Orgon et appelé dans le pays ravin de Sainte Madeleine.

L'aspect rougeâtre des champs cultivés, à l'Est, dans la plaine, indique que le plongement des couches fait affleurer très bas, sous le calcaire compact blanc D, ces mêmes sables argileux bigarrés et probablement aussi des argiles rougeâtres.

L'épaisseur de ce système argilo-sableux doit être considérable.

Des personnes du pays disent y avoir trouvé des ossements. Ce sont sans doute des ossements de sauriens.

Sur un point situé à l'ouest de l'escarpement des Baux, nous avons observé, M. Allard et moi, des sables argileux rougeâtres et jaunâtres, des calcaires blancs (1^m10), une couche marneuse avec nodules ferrugineux de 0,30 centimètres suivie de plusieurs bancs de calcaires grisâtres ou blanchâtres; mais, ainsi que je le disais plus haut, je réserve la subdivision de mes onze assises pour un autre travail. Les couches dont je viens de parler recouvrent là l'assise à *Anostomopsis rotellaris* à laquelle je vais arriver. Je regrette de n'avoir point conduit sur ce point les membres de l'excursion. On aurait vu la base du groupe des sables argileux bigarrés (E) et le contact avec mon assise F.

Quittant la route inachevée qui, au sud-est, mène aux lieux dits Taillant et Sainte-Berthe, et remontant à l'Ouest, nous avons pris ensuite, dans la direction du Sud, le sentier qui contourne l'escarpement des Baux et que j'indique, sur la Carte, par une ligne de points.

Nous avons atteint bientôt au sud des Baux, les couches F. et G.

A l'est, au point de la carte où j'ai marqué deux croix, on voit ces couches former une sorte de barre et plonger fortement au nord.

F. Les bancs les plus élevés de cette série inférieure ont été vus un peu au-dessus du petit chemin qui, de la route d'Arles, conduit à l'est, vers la Gorgue. On trouve dans un de ces bancs des Physes et l'*Anostomopsis rotellaris* Math. sp., singulier fossile qui ne se trouve ni plus haut, ni plus bas et qui occupe la même position sur le versant sud des Alpilles, dans les environs de Saint-Rémy.

(1) Voir la Note de MM. Depéret et Leenhardt, 1890, *C. R. Ac. Sc.*

Cette assise a 3 mètres environ. Elle est formée de calcaires grisâtres, par places grumeleux.

La molasse sur laquelle les Baux sont bâtis, dans laquelle les maisons et le vieux château ont été en partie creusés, recouvre ici directement ces couches basses du système à *Lychnus*. Au nord-est la même molasse helvétique repose sur A.

G. A quelques pas, en descendant, sur le talus du chemin, au point où j'ai mis un G, on a observé sur 2 mètres d'épaisseur un calcaire gris, friable par altération, mais dur et compact quand on creuse un peu. On y trouve en abondance *Lychnus ellipticus* Math., (1) *Paludina Beaumonti* Math., *Bulimus Provençali* Nicolas, *Buliminus tenuicostatus* Math., *Cyclophorus Heliciformis* Math., *Cyclophorus solieri* Roule, *Physa galloprovincialis* Math., *Auricula Requièni* Math., *Megalomastoma elongata* Nicolas (2), etc., etc.

Les fossiles de cette assise sont plus variés qu'en A, mais le test a généralement disparu. J'appelle l'attention sur l'extrême abondance des *Physes*, à ce niveau et dans l'assise F.

Les calcaires que je rapporte à mon assise G ont 5 à 6 mètres.

H. Un peu plus bas, quittant le petit chemin presque parallèle à la route de Maussane et prenant un large sentier qui relie ce chemin à la grande route (sentier indiqué sur ma carte, comme tout le parcours suivi, par une ligne de points), j'ai montré, à l'endroit où j'ai mis un H, des calcaires grisâtres, friables, d'aspect cendré, remplis de fossiles à test blanc, écrasés. Ces calcaires presque identiques à ceux de mon assise C dégagent, quand on les casse, une forte odeur bitumineuse. On y remarque de nombreuses *Physes*, des *Cyclophorus*, de très petites coquilles bivalves (*Corbicules* ?) et des *Unios*. Ces calcaires à fossiles écrasés et quelques couches que j'y rattache, ont 3 à 4 mètres.

I. Plus bas encore, dans une terre plantée d'oliviers, j'ai montré des calcaires blanchâtres, ou jaunâtres sans doute par altération, qui contiennent beaucoup de *Melanies* et des *Corbicules*. Une de ces *Melanies* a été rapportée par M. Collot à *Melania (Claviger) nerineiformis* Sandberg., des couches de Fuveau.

L'assise I doit avoir une dizaine de mètres. Je n'ai pu en étudier que des blocs épars dans ce champ.

(1) Le type est des Baux et probablement de ce gisement.

(2) *Association française pour l'avancement des Sciences*. Congrès de Limoges 1890.

J. Au bord de la route de Maussane, à l'endroit de la Carte où un rond indique une grosse Tour en ruine, et mieux sur le talus de droite de la route d'Arles, en se dirigeant dans la direction de la petite station de Mont-Paon, on voit les calcaires auxquels je donne ici et sur le plan, la lettre J.

De couleur noirâtre (blanchâtres à la surface par altération), avec taches blondes, à cassure vive et irrégulière, à pâte très fine, remarquablement lourds, ces calcaires à première vue ne contiennent pas de fossiles. J'y ai recueilli, après beaucoup de recherches, des *Unio* qui ressemblent à l'*Unio Toulouzani* Math. de l'horizon des lignites de Fuveau et des empreintes de feuilles. M. Allard y a trouvé des Melanies. Leur épaisseur est d'une vingtaine de mètres. Les bancs de calcaires, bien stratifiés et peu épais, alternent, sur le talus de la route d'Arles, avec des couches de marnes grisâtres ou noirâtres.

K. Au-dessous, sur deux points, j'ai montré des calcaires généralement de couleur plus sombre que les calcaires à Unios, quelquefois cependant blanchâtres, massifs, à cassure différente, plus durs, très peu fossilifères aussi, que j'assimile sans hésitation aux calcaires tout à fait semblables, dans lesquels, le matin, près d'Orgon, nous avons trouvé *Bulimus proboscideus* Math. et *Lychnus elongatus* Roule. Je n'ai pas rencontré ces deux fossiles aux Baux, mais les couches K dont je parle en ce moment contiennent le *Cyclophorus Heberti* Roule, qui est leur compagnon habituel à Saint-Remy de Provence comme à Orgon. Mes échantillons de *Cyclophorus Heberti* sont absolument identiques à ceux que M. Collot m'a obligeamment remis et qui proviennent des couches à *Bulimus proboscideus* de Puylobier et de Peynier.

Nous avons vu ces calcaires (K) au-dessous (au-dessus par suite du plongement) des couches à Unios, en marchant vers une ancienne exploitation de Bauxite, indiquée au plan par le signe X, dans la direction du point côté 162. Nous les avons revus sur le talus gauche de la route d'Arles après avoir dépassé les bancs à Unios.

En approchant de la Bauxite, on remarque des bancs à structure concrétionnée dont la cassure montre des taches rondes ou ovales à zones concentriques. Ce sont des pisolithes de grosseur très variable. On les recueille à l'état libre, sous forme de nodules ronds ou allongés, dans les lits un peu marneux et dans les calcaires désagrégés par les agents atmosphériques. La Bauxite semble passer

insensiblement à ces calcaires à nodules. Au contact avec l'assise K, on observe une véritable pisolithe.

On peut, je crois, assigner à mon assise K, 25 à 30 mètres.

Nous avons observé la Bauxite en terminant l'excursion dans deux endroits : 1° sur la route d'Arles ; 2° dans l'ancienne carrière, vers le point côté 162. L'exploitation a mis à nu, au fond de la carrière, le calcaire néocomien à Echinospatagus (N) usé, corrodé, raviné. Le Néocomien très fossilifère affleure à quelques pas. On peut recueillir dans les déblais de cette magnifique carrière de beaux échantillons de Bauxite.

J'ai ainsi montré onze niveaux qui sont de haut en bas :

- A et B. Couches à grands *Lychnus* (*Lychnus Matheroni*) et à *Bauxia*, correspondant à la barre de Rognac (45 à 50 mètres).
- C. Calcaires grisâtres à fossiles à test blanc, écrasés (2 mètres).
- D. Calcaires blancs compacts à silex (15 à 20 mètres).
- E. Sables argileux et grès bigarrés (blanchâtres et rougeâtres). (épaisseur considérable).
- F. Zone à *Anostomopsis rotellaris* (3 à 4 mètres).
- G. Calcaires gris à *Physa galloprovincialis* et à *Lychnus ellipticus* (5 à 6 mètres).
- H. Calcaires grisâtres à odeur bitumineuse, remplis de fossiles à test blanc, écrasés (Physes, Corbicules, Unios). (3 à 4 m.).
- I. Calcaires à Melanies et à Corbicules (10 à 12 mètres).
- J. Calcaires à Unios et à végétaux (une vingtaine de mètres).
- K. Zone à *Bulimus proboscideus* et *Cycloforus Heberti*, en contact avec la Bauxite (25 à 30 mètres).

Les sables et grès de Mérindol (Eocène inférieur), les calcaires du Montaignet, à *Bulimus Hopei*, récemment constatés sur le versant nord des Alpilles, et qui y succèdent en stratification concordante au terrain fluvio-lacustre à *Lychnus*, n'existent pas dans les environs immédiats des Baux. La molasse repose en stratification discordante tantôt sur l'une, tantôt sur l'autre des assises qui font l'objet de cette note.

L'extrait de la carte de l'état-major grandie trois fois environ, permettra de retrouver sur le terrain les assises dont je viens de parler et rappellera à ceux de nos confrères qui ont fait l'excursion le parcours suivi et les points où j'ai montré les affleurements.

Je me suis abstenu de répartir mes onze assises entre les sous-étages établis pour les terrains synchroniques de la Basse-Provence. Notre confrère, M. Collot, m'a adressé, depuis notre course aux Baux, la lettre ci-après dans laquelle il propose quelques rapprochements que j'accepte très volontiers.

**Lettre de M. Collot adressée à M. Pellat à l'occasion de
l'excursion aux Baux**

Mon cher Confrère,

Je vous ai promis, pendant la très-intéressante excursion autour des Baux pour laquelle vous avez bien voulu nous servir de guide, le 9 octobre, de vous faire part des rapprochements qui se sont établis dans mon esprit entre les couches d'eau douce de ce quartier et celles du bassin du Lar. Voici ceux que j'ai pu faire.

A et B. Nous avons d'abord examiné une masse importante de calcaires de couleur claire disposés en gradins, formant la partie supérieure de cette série. Nous y avons recueilli en abondance *Leptopoma Baylei* Math., *L. disjunctum* Math., et les formes affines du *Cyclostoma bulimoides* de Matheron que M. Caziot a décrites sous le nom générique de *Bauxia*.

Ces calcaires sont évidemment l'équivalent de ceux de la barre de Rognac et du village de Velaux. Leur état compacte, parfois granuleux, leur couleur la plus claire de toute la série, sont conformes à ceux des couches de même âge de la vallée moyenne et inférieure du Lar.

C et D. Les bancs crayeux, avec coquilles se détachant en blanc sur un fond gris cendré, comme nous en avons rencontré ici, ne sont pas rares dans les autres gisements typiques de cet âge.

E. De ces calcaires nous sommes descendus, à travers des grès et marnes de couleur variée qui ne sont pas autre chose que les grès à reptiles du bassin de Fuveau, réduits quant à leur épaisseur, vers d'autres calcaires.

F et G. Ceux-ci sont plus grossiers que les premiers et de couleur sombre. Ces caractères s'accordent avec ceux de l'assise à Physes de Mimet et de la Bégude dans le bassin de Fuveau. La

présence de *Anostomopsis rotellaris* Math. sp., dans ces bancs très fossilifères, vient confirmer l'exactitude de l'assimilation que suggérait déjà l'abondance des Physes.

H. Un nouveau banc à fossiles blancs, écrasés, sur fond gris, se trouve dans la deuxième masse calcaire. C'est encore ici un faciès qui ne contraste nullement avec celui de quelques parties de l'assise homologue dans le bassin du Lar.

Les bancs les plus élevés de cette deuxième série calcaire supportent en discordance la partie du Miocène marin des Baux qui s'avance le plus au sud : je dis cela pour en rappeler la position topographique.

J. Au pied du coteau, en arrivant vers la route d'Arles, on trouve la plaine établie dans des calcaires en petits bancs dont la pâte très fine, sublithographique, contraste avec celle du groupe précédent. Ces calcaires marneux et assez tendres se divisent en parallélipipèdes à angles émoussés; la surface est blanchâtre, la cassure fraîche est variée de taches gris bleu, fondues dans une teinte bise. Ces caractères rappellent invinciblement ceux des calcaires qui accompagnent le lignite à Trets, Fuveau, Gardanne, et dont c'est ici la place. Les fossiles sont très rares dans ces calcaires. Nous y avons vu néanmoins quelques Unios rappelant celles du calcaire à lignite et vous nous avez dit qu'on a rencontré, au-dessus des calcaires à Unios, dans votre assise I, quelques Corbicules : cela complète la ressemblance avec les calcaires de même âge dans la vallée du Lar. *Melania (Claviger) nerineiformis* trouvé à ce niveau est un fossile très important : il est spécial aux premières couches à lignite proprement dites, dans le bassin de Fuveau.

K. Sur la route d'Arles, vous nous avez fait voir des calcaires gris sombre, durs, assez massifs, où les fossiles qui accompagnent ordinairement le *Bulimus proboscideus* ont été rencontrés. Ces calcaires sont tout pareils, non seulement à ceux qui renferment le *B. proboscideus* sur le revers nord des Alpilles, mais à ceux de Puylobier, de Pourrières, de Peynier. Des taches foncées, à contours précis, lui donnant un aspect bréchiforme, complètent la ressemblance. Ces taches sont dues à des nodules concrétionnés et non à des fragments de roches étrangères.

Ici le caractère de concrétion est même plus nettement accusé qu'ailleurs, car on voit sur la cassure des bancs de larges sections de pisolithes à rubans concentriques.

Ces calcaires reposent sur la Bauxite exploitée et celle-ci sur le calcaire néocomien blanc à *Echinospatagus cordiformis* Breyn.

La série lacustre que je viens de comparer, terme pour terme, avec celle de la vallée du Lar, ne reproduit pas l'épaisseur énorme que prennent les sédiments dans le milieu de cette vallée ; mais si l'on considère que l'épaisseur diminue fortement sur le bord septentrional de cette vallée, c'est-à-dire dans la direction des Baux, le raccordement se fait sans peine.

Les caractères pétrographiques des termes correspondants sont les mêmes. S'il y a quelques différences dans les faunes, notamment pour les calcaires en petits bancs de l'assise des lignites fuvéliens, cela peut s'expliquer par la situation littorale de la région qui nous occupe : la faune essentiellement fluviatile des *Corbicules* était concentrée dans l'espace occupé par les courants d'eau douce.

Le bassin lacustre des Baux est, par sa position, intermédiaire entre le grand bassin méridional du Lar et celui un peu plus septentrional d'Orgon. Aussi l'assimilation avec le bassin du Lar y est plus facile qu'à Orgon. Les termes E. F. G. H. I. J. y sont plus nettement séparés ; quelques bancs reproduisent mieux l'aspect des calcaires à lignite.

La coupe des Baux confirme d'ailleurs pleinement la conclusion que j'ai émise dans ma note de Juin 1891, à savoir que la série lacustre ancienne de la Basse Provence est complète à Orgon, depuis les couches d'eau douce les plus anciennes, jusqu'à l'Eocène moyen inclusivement. Ici cette conclusion ressort encore plus clairement de l'examen des lieux, sauf, bien entendu, pour l'Éocène qui manque localement et a été très vraisemblablement enlevé par les érosions anté-molassiques.

Veillez, mon cher et honoré confrère, agréer l'expression de mes sentiments dévoués.

Signé : L. COLLOT.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS LES COMPTE-RENDUS SOMMAIRES

	Pages
M. BERTRAND. — Présentation du buste de Fontannes	VII
DE LAPPARENT. — Présentation d'ouvrages.....	VII
PERON. — Id.	IX
G. DOLLFUS. — Id.	X
DOUVILLÉ. — Sur l' <i>Hippurites gosaviensis</i>	XI
MUNIER-CHALMAS. — Observation sur les Hippurites.....	XI
DE LAPPARENT. — Sur les rideaux du nord de la France.....	XII
J. SEUNES. — Présentation d'ouvrage.....	XII
RAULIN. — Sur quelques faluns bleus inconnus du département des Landes.	XII
P. LEBESCONTE. — Existe-t-il une série d'assises nouvelles entre les Schistes rouges et le Grès armoricain?	XIII
VIGUIER. — Sur le Pliocène des environs de Montpellier et sur un gise- ment de plantes fossiles de cet horizon.....	XIII
G. RAMOND et G. DOLLFUS. — Note sur le chemin de fer de Mantes à Argenteuil.	XIV
PRIEM. — Présentation d'ouvrage.....	XV
COTTEAU. — Id.	XV
SEUNES. — Id.	XVI
DE LAPPARENT. — Sur les porphyres de Jersey... ..	XVII
DOUVILLÉ. — Observation sur un faux rudiste tertiaire.....	XVII
Id. — Observation sur la faune crétacée de Tunisie.....	XVIII
H. LASNE. — Sur les rideaux de Picardie	XVIII
DE LAPPARENT. — Réponse à M. Lasne.....	XIX
M. BERTRAND. — Présentation d'ouvrage.....	XIX
BEAUGEY. — Observations sur la partie occidentale de la feuille de Luz... ..	XIX
LÉVEILLÉ (l'abbé). — Les terrains d'alluvion à Pondichéry... ..	XIX
M. HOVELACQUE. — Présentation d'ouvrage.....	XX
W. DE LIMA. — Présentation de notes.....	XXI
A. GAUDRY. — Présentation d'ouvrages.....	XXI
H. LASNE. — Présentation d'une note de M. Moureaux.	XXII
SEUNES. — Sur la présence de Rudistes dans le flisch à Orbitolines des Basses-Pyrénées.....	XXII
L. DE LAUNAY et E. A. MARTEL. — Note sur quelques questions relatives à la géologie des grottes et des eaux souterraines.....	XXII
BOURGEAT (l'abbé). — Quelques observations nouvelles sur le Jura méridi- dional.....	XXIII
A. DE RIAZ. — Sur le gisement argovien de Trept (Isère).....	XXIII
FICHEUR. — Présentation d'ouvrage.....	XXIV
BIGOT. — Sur un sol avec racines en place dans l'Orne.....	XXV

PARRAN. — Sur la rencontre de couches houillères dans le Gard	XXV
KILIAN. — Sur le Lias de la Savoie	XXVI
Id. — Sur le Berriasien de la Grande-Chartreuse	XXVI
ROUSSEL. — Observations sur les terrains secondaires et primaires des Corbières	
Id. — Sur le Cénomaniens de Vernajoul et l'Aptien de Laborie	XXVII
CAREZ. — Observation	XXVII
CAZIOT. — Etude sur le bassin pliocène de Théziers-Roquemaure (Gard). Elections	XXVII
A. GAUDRY. — Présentation d'ouvrages	XXX
DEPÉRET. — Sur un <i>Macrotherium</i> de l'Isère	XXX
DE LAPPARENT. — Présentation d'ouvrage	XXXI
VÉLAIN. — Sur des sables diamantifères dans la Laponie russe	XXXII
MUNIER-CHALMAS. — Sur le Crétacé supérieur des Alpes Vénitiennes et de l'Istrie	XXXII
LE MESLE. — Lettre sur le Kimméridgien de Tunisie	XXXIII
G. ROLLAND. — Sur l'histoire géologique du Sahara depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle	XXXIV
A. DE GROSSOUVRE. — Note sur le Callovien de l'ouest de la France et sur sa faune	XXXIV
Id. — Sur le Crétacé supérieur	XXXIV
REUSCH. — Sur des moraines au nord de la Norvège	XXXV
C. DE STÉFANI. — Note sur le péristomé d'un <i>Rhacophyllites</i>	XXXVI
Id. — Nouvelles observations sur le terrain houiller du Monte-Pisano	XXXVI
H. LÉVEILLÉ. — Adjonction à la géologie de l'Inde française. Principaux fossiles du terrain crétacé	XXXVI
M. HOVELACQUE. — Présentation d'un appareil photographique	XXXVII
DE LAPPARENT. — Présentation d'une note de M. Stuart-Menteth	XXXVIII
DOUVILLÉ. — Présentation d'ouvrage	XXXVIII
Ch. JANET. — Sur les pores génitaux multiples et les pores madréporiques des Oursins	XXXVIII
MUNIER-CHALMAS. — Observations sur les Oursins	XL
VAN DEN BROECK. — Sur les oscillations du sol de la France	XLI
DE LAPPARENT. — Observation	XLI
D.-P. OËHLERT. — Sur le Silurien inférieur dans les Coëvrons	XLI
DE LAPPARENT. — Sur la formation de l'argile à silex	XLI
DOUVILLÉ. — Sur les <i>Sauvagesia</i>	XLII
KILIAN. — Observations sur les Alpes	XLII
KILIAN. — Rectification	XLIV
J. SEUNES. — Sur le Dévonien des Basses-Pyrénées	XLVII
D. P. OËHLERT et LIÉTARD. — Sur les calcaires des environs d'Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées)	XLVIII
DE LAPPARENT. — Observation	XLVIII
OËHLERT. — Id.	XLVIII
G. BERGERON. — Observation sur la dalle des Pyrénées et le Dévonien de la Montagne-Noire	XLVIII
G. DE MORTILLET. — Présentation d'ouvrage	XLIX
BOULE. — Observation sur le lapin quaternaire	XLIX
G. DE MORTILLET. — Réponse à M. Boule	XLIX

DAUBRÉE. — Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés d'un mouvement très rapide, dans divers phénomènes géologiques.....	L
COTTEAU. — Présentation d'ouvrage.	LI
D ^r LABAT. — Id.	LI
DE LAPPARENT. — Sur le cailloutis à ossements de lamantins de Gourbesville (Manche).....	LI
DOLLFUS. — Observation	LII
R. NICKLÈS. — Sur quelques espèces crétacées et tertiaires d'Espagne....	LII
M. BOULE. — Sur le lapin quaternaire.	LIII
LÉVEILLÉ. — Sur les grès du détroit de Palk.....	LIII
PH. THOMAS. — Gisements de phosphate de chaux des Hauts-Plateaux de la Tunisie.....	LIV
BIGOT. — Sur le Silurien inférieur.....	LV
RITTER. — Sur un Saurien du Crétacé d'Oloron	LV
AUBERT. — Note sur la géologie de l'extrême Sud de la Tunisie.....	LV
TARDY. — Orographie ancienne de la terre.....	LV
DE LAPPARENT. — Sur le cailloutis à ossements de lamantins de Gourbesville	LIX
DE SAPORTA. — Culm des environs de Barcelone	LIX
WELSCH. — Note sur les environs de Tiaret, département d'Oran, Algérie.	LXI
KILIAN. — Rectification à la carte du Crétacé de la Basse-Provence, de M. Collot.....	LXI
DOUVILLÉ. — Présentation d'ouvrage	LXV
FOURNIER. — Sur les prétendus dépôts marins de l'époque romaine dans la vallée de la Sèvre	LXV
Id. — Carte du département des Deux-Sèvres.	LXVI
DOUVILLÉ. — Géologie de l'isthme de Panama.	LXVI
E. DE MARGERIE. — Sur la découverte de phénomènes de recouvrement dans les Appalaches.....	LXVI
M. BERTRAND. — Sur la coupe du sommet de l'Ouarsenis	LXVII
TOUCAS. — Sur le Sénonien et l'âge des couches à Hippurites.....	LXVIII
TARDY. — Sur les températures du sous-sol	LXIX
PH. THOMAS. — Sur quelques roches ophiatiques de Tunisie.....	LXX
L. CAREZ. — Présentation d'ouvrage.....	LXXII
M. BOULE. — Id.	LXXIII
COTTEAU. — Id.	LXXIII
A. GAUDRY. — Sur <i>Phoca groenlandica</i>	LXXIV
TARDY. — Sur quelques sources minérales d'Auvergne.....	LXXV
L. CAREZ. — Sur l'âge des couches qui entourent la source de la Sals (Aude).....	LXXV
TOUCAS. — Note sur le Sénonien et en particulier sur l'âge des couches à Hippurites.....	LXXV
CAREZ. — Observation sur <i>Hippurites giganteus</i>	LXXVI
AUBERT. — Note sur l'Eocène tunisien.....	LXXVI
LÉVEILLÉ. — Sur l'époque glaciaire dans l'Inde méridionale.. ..	LXXVII
PARRAN. — Présentation d'ouvrage.. ..	LXXVIII
A. GAUDRY. — Id.	LXXVIII
DE GROSSOUVRE. — Sur le Sénonien ; réponse à M. Toucas... ..	LXXVIII

FICHEUR. — Sur la situation des couches à <i>Terebratula diphya</i> dans l'Oxfordien supérieur de l'Ouarsenis.....	LXXXIII
COLLOT. — Rectification.....	LXXXIV
DOLLFUS. — Présentation de brochures.....	LXXXVI
Id. Sur la formation continue de l'argile à silex.....	LXXXVII
DAUBRÉE. — Notice nécrologique sur M. de Tchihatchef.....	LXXXVII
PELLAT. — Sur les calcaires à <i>Bulimus Hopei</i> d'Eygalières (Bouches-du-Rhône).....	LXXXVIII
ARNAUD. — Sur la limite tracée par Coquand entre le Santonien et le Campanien.....	LXXXVIII
TOUCAS. — Sur le Sénonien; réponse à M. de Grossouvre.....	LXXXIX
COTTEAU. — Sur les Oursins de l'Ouest de la France.....	XC
ZEILLER. — Géologie et Paléontologie du Gard, de M. Grand'Eury... ..	XC ¹
Id. Présentation de brochures.....	XCII
PRIEM. — Présentation d'ouvrage.....	XCIII
D ^r LABAT. — Les eaux de Cransac.....	XCIII
L. BERTRAND. — Sur trois espèces de <i>Scalpellum</i> du Calcaire grossier des environs de Paris.....	XCIII
ROUSSEL. — Sur les terrains primaires de Mérens.....	XCIII
Id. Sur l'allure des couches dans les Pyrénées françaises.....	XCIII
GOSSELET. — Sur les grès de Belev, près de Soissons.....	XCIV
ZEILLER. — Sur la valeur du genre <i>Trizygia</i>	XCIV
BOGDANOWITCH. — Note préliminaire sur les observations géologiques faites dans l'Asie centrale.....	XCIV
ROLAND BONAPARTE. — Présentation d'ouvrage.....	C
A. DE LAPPARENT. — Id.	CI
L. CAREZ. — Sur quelques points de la géologie des Corbières.....	CI
CHAPER. — Géologie de l'île de Bornéo.....	CII
D.-P. OEHLERT. — Deux Crinoïdes nouveaux du Dévonien inférieur.....	CII
M. BERTRAND. — Sur le Massif d'Allauch.....	CII
PARANDIER. — Profils géologiques des tranchées du chemin de fer de Dijon à Châlon.....	CV
CAZIOT. — Description de quelques mollusques fossiles du terrain lacustre des Baux (Bouches-du-Rhône).....	CV
TARDY. — Dégagement de gaz terrestres.....	CV
CH. JANET. — Note sur trois nouvelles Bélemnites sénoniennes.....	CV
STUART-MENTEATH. — Sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales..	CV
A. GAUDRY. — Présentation d'ouvrage.....	CVII
PORTE. — Id.	CVII
G. RAMOND. — Id.	CVII
ZEILLER. — Présentation d'une note de M. Squinabol.....	CVII
LODIN. — Origine des gîtes calaminaires.....	CVII
G. DOLLFUS. — Observations sur le Quaternaire et le creusement des vallées.....	CVIII
DE MERCEY. — Phosphates de chaux de la Picardie.....	CVIII
A. LACROIX. — Quelques roches de l'Asie Mineure.....	CVIII
MUNIER-CHALMAS. — Sur les terrains jurassiques de Normandie.....	CVIII
Id. — Sur l'équivalent marin du Calcaire de Brie.....	CX
STUART-MENTEATH. — Sur les notes de M. Seunes.....	CX
J. SEUNES. — Réponse à M. Stuart-Menteath.....	CX
RIGAUX et DOUVILLÉ. — Sur le Jurassique du massif du cap Gris-Nez....	CX

J. LAMBERT. — Note sur le genre <i>Echinocyamus</i>	CXI
Ph. THOMAS. — Note sur l'étage miocène du sud-est de l'Algérie et de la Tunisie, et sur la valeur stratigraphique de l' <i>Ostrea crassissima</i> Lamk.....	CXI
COLLOT. — Sur le <i>Bulimus proboscideus</i> d'Orgon	CXI
DEPÉRET. — Sur le nom du <i>Macrotherium</i> de Sansan.....	CXII
CARALP. — Sur l'attribution au Carbonifère des Schistes à <i>Oldhamia</i> du pays de Luchon.....	CXII
J. WELSCH. — Sur les terrains quaternaires des environs de Tiaret, département d'Oran, Algérie.....	CXII
E. DE MARGERIE. — Une excursion géologique dans les Montagnes Rocheuses.	CXXV
R. ZEILLER. — Présentation d'une note de M. Szajnocha.....	CXX
Id. Observation.....	CXX
St. MEUNIER. — Présentation d'ouvrage.....	CXXI
A. GAUDRY. — Id.	CXXI
Id. — Congrès de Washington.....	CXXI
Ch. JANET. — Conditions de dépôt de la Craie dans le bassin anglo-parisien.	CXXII
S. CALDERON. — Sur la concomitance du sel gemme et de la matière organique dans les mêmes gisements.....	CXXV
STUART-MENTEATH. — Note sur une carte géologique de la Haute et Basse Navarre.....	CXXV
GAUTHIER. — Présentation d'ouvrage.....	CXXVI
COTTEAU. — Présentation d'ouvrages.....	CXXVI et CXXVII
DE BOURY. — Présentation d'ouvrage.....	CXXVIII
DE LAPPARENT. — Id.	CXXVIII
PERON. — Id.	CXXVIII
A. GAUDRY. — Sur la similitude de l'évolution dans l'Ancien et le Nouveau Monde.....	CXXXI
PERON. — Terrains tertiaires moyen et supérieur en Algérie.....	CXXXI
MUNIER-CHALMAS. — Sur les deux faciès du Tortonien.....	CXXXI
HAUG et KILIAN. — Sur le pli-faille de Monthier-Haute-Pierre (Doubs)....	CXXXII
CHAPER. — Observations à propos d'une note de M. Daubrée.....	CXXXIII
A. TOUCAS. — Sur le Tithonique et le Berriasien.....	CXXXIII
STUART-MENTEATH. — Note sur douze coupes des Pyrénées occidentales..	CXXXIV
DAUBRÉE. — Complément d'expériences sur le rôle géologique des gaz à haute pression.....	CXXXIV
DE LAPPARENT. — Chronologie des roches éruptives de l'île de Jersey....	CXXXVI
VÉLAIN. — Présentation d'ouvrages.....	CXXXVII
M. HOVELACQUE. — Présentation de brochures.....	CXXXVII
RAMOND et DOLLFUS. — Profil géologique du nouveau chemin de fer de Mantes à Argenteuil.....	CXXXVIII
G. RAMOND. — Esquisse géologique de l'aqueduc de dérivation des sources de la vallée d'Avre.....	CXXXIX
LE MESLE. — Sur le Jurassique de la Tunisie.....	CXL
M. BOULE. — Présentation d'ouvrage.....	CXLIV
A. GAUDRY. — Id.	CXLIV
G. ROLLAND. — Id.	CXLIV

M. BOULE. — Sur les gneiss amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'Allier.....	CXLV
J. BERGERON. — Observations à la note de M. Boule ..	CXLV
L. CAREZ. — Observations.....	CXLV
CAZIOT. — Note sur trois horizons lacustres identiques	CXLVI
DEPÉRET. — Sur l' <i>Hipparion crassum</i> (Réponse à M ^{me} Pavlow).....	CXLVII

FIN DE LA TABLE DES COMPTES-RENDUS SOMMAIRES.

TABLE GÉNÉRALE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS DANS CE VOLUME

	Pages
DE LAPPARENT. — Note sur la formation des ressauts de terrain dits rideaux .	1
V. RAULIN. — Sur quelques faluns bleus inconnus du département des Landes.	8
P. LEBESCONTE. — Existe-t-il une série d'assises nouvelles entre les « Schistes rouges » et le « Grès armoricain »?.....	15
G. RAMOND et G. DOLLFUS. — Note géologique sur le chemin de fer de Mantes à Argenteuil.....	20
J. SEUNES. — Echinides crétacés des Pyrénées occidentales (série III), (5 fig.). (Pl. I-V).....	23
H. LASNE. — Sur l'origine des rideaux en Picardie.....	34
COLLOT. — Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse Provence. 2 ^e partie : Couches d'eau douce et généralités (7 fig.). (Pl. VI)....	39
BEAUGEY. — Observations sur la partie occidentale de la feuille de Luz (5 fig.).	93
L'abbé H. LÉVEILLÉ. — Les terrains d'alluvion à Pondichéry (1 fig.)..	99
E. JACQUOT. — Sur les couches dites Crétacé inférieur des environs de Sougraigne (Aude).....	112
J. SEUNES. — Présentation d'un Mémoire.....	125
W. DE LIMA. — Présentation de Notes.....	136
H. LASNE. — Sur les anomalies magnétiques découvertes par M. Th. Moureaux.	140
L. DE LAUNAY et E. A. MARTEL. — Notes sur quelques questions relatives à la géologie des grottes et des eaux souterraines (Padirac, Han-sur Lesse, etc.) (18 fig.).	142
BOURGEAT (l'abbé). — Quelques observations nouvelles sur le Jura méridional	166
A. DE RIAZ. — Note sur le gisement argovien de Trept (Isère).....	170
J. ROUSSEL. — Observations sur les terrains secondaires et les terrains primaires des Corbières (7 fig.).....	184
Id. — Note sur le Cénomaniens de Vernajoul et l'Aptien de Laborie...	202
CAZIOT. — Etude sur le bassin pliocène de Théziers-Roquemaure (Gard) (9 fig.).	205
D.-P. OEHLERT. — Sur le genre <i>Spyridiocrinus</i> (3 fig.). (Pl. VII et VIII).....	220
A. GAUDRY. — Remarques sur quelques fossiles du Musée de Florence..	228
C. DE STEFANI. — Note sur le péristome d'un <i>Rhacophyllites</i>	231
Id. — Nouvelles observations sur le terrain houiller du Monte-Pisano....	233
H. LÉVEILLÉ. — Adjonctions à la géologie de l'Inde française, principaux fossiles du terrain crétacé.....	235
G. ROLLAND. — Aperçu sur l'histoire géologique du Sahara, depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle (1 fig.).....	237
A. DE GROSSOUVRE. — Sur le Callovien de l'ouest de la France et sur sa faune (Pl. IX).....	247
LEMOINE. — Etude d'ensemble sur les dents des mammifères fossiles des environs de Reims. (Pl. X et XI).....	263

STUART-MENTEATH. — Sur la constitution géologique des Pyrénées	291
CH. JANET et L. CUÉNOT. — Notes sur les orifices génitaux multiples, sur l'ex- tension des pores madréporiques hors du madré- porite et sur la terminologie de l'appareil apical chez les Oursins (11 fig.).....	295
A. DE LAPPARENT. — Note sur la formation de l'argile à silex.....	305
DAUBRÉE. — Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés d'un mouvement fort rapide, dans divers phénomènes géologiques (23 fig.).....	313
D.-P. OEHLERT. — Sur le Silurien inférieur dans les Coëvrons.....	355
A. DE LAPPARENT. — Note sur le cailloutis à ossements de lamantins de Gourbes- ville (Manche).....	362
PH. THOMAS. — Gisements de phosphate de chaux des Hauts-Plateaux de la Tunisie (6 fig.). (Pl. XII).....	370
A. AUBERT. — Note sur la géologie de l'extrême sud de la Tunisie.....	408
J. WELSCH. — Le Miocène dans les environs de Tiaret, département d'Oran, Algérie (2 fig.).....	414
E. DE MARGERIE. — Sur la découverte de phénomènes de recouvrement dans les Appalaches.....	426
PH. THOMAS. — Recherches sur quelques roches ophitiques du Sud de la Tunisie (5 fig.).....	430
TARDY. — Températures du sous-sol.....	473
D.-P. OEHLERT et LIÉTARD. — Note sur les calcaires des environs d'Eaux- Bonnes (Basses-Pyrénées)	475
L. CAREZ. — Sur l'âge des couches qui entourent la source de la Sals (Aude) (1 fig.).....	480
AUBERT. — Note sur l'Eocène tunisien.....	483
DOUVILLÉ. — Sur le <i>Tissotia Tissoti</i> (2 fig.).....	499
TARDY. — Un filon d'argile plastique.....	504
A. TOUCAS. — Note sur le Sénonien et en particulier sur l'âge des couches à Hippurites (14 fig.).....	506
COLLOT. — Sur la géologie des environs de Moustiers (1 fig.).....	553
E. FICHEUR. — Sur la situation des couches à <i>Terebratula diphya</i> dans l'Oxfor- dien supérieur, à l'Ouarsenis (Algérie) (2 fig.).....	556
M. BERTRAND. — Séance générale annuelle de 1891. Allocution présidentielle..	565
Id. — Rapport sur le prix Fontannes.....	569
W. KILIAN. — Notes sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes (20 fig.).....	571
H. ARNAUD. — Sur la limite tracée par Coquand entre le Santonien et le Campanien	665
H. DOUVILLÉ. — Sur les caractères internes des <i>Sauvagesia</i> (2 fig.).....	669
R. ZEILLER. — Sur la valeur du genre <i>Trizygia</i>	673
Id. — La géologie et la paléontologie du bassin houiller du Gard, de M. Grand'Eury.....	679
Id. — Présentation de brochures.....	690
L. BERTRAND. — Note sur trois espèces du genre <i>Scalpellum</i> , du Calcaire grossier des environs de Paris (2 fig.). (Pl. XIII).....	693
CH. BOGDANOWITCH. — Note préliminaire sur les observations géologiques faites dans l'Asie centrale.....	699

L. CAREZ. — Sur quelques points de la géologie des Corbières (1 fig.).....	702
J. ROUSSEL. — Note sur les terrains primaires de Mérens (7 fig.).....	712
CH. JANET. — Note sur trois nouvelles Bélemnites sénoniennes (4 fig.) (Pl. XIV.)	716
STUART-MENTEATH. — Sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales....	722
J. ROUSSEL. — Observations sur l'allure des couches dans les Pyrénées françaises.	727
A. LACROIX. — Sur les roches à leucite de Trébizonde (Asie Mineure) (2 fig.)..	732
Id. — Note sur quelques roches d'Arménie.....	741
J. LAMBERT. — Note sur le genre <i>Echinocyamus</i> Van Phelsum, 1774.....	749
STUART-MENTEATH. — Sur les notes géologiques de M. J. Seunes.....	753
COLLOT. — Constitution de la série d'eau douce d'Orgon (Bouches-du-Rhône) (1 fig.)	756
CARALP. — Sur l'attribution au Carbonifère des schistes à Oldhamia du pays de Luchon (1 fig.).....	762
J. WELSCH. — Sur les terrains quaternaires des environs de Tiaret, département d'Oran (Algérie) (1 fig.).	766
S. SQUINABOL. — Note sur quelques types de Monocotylédonées de Sainte-Justine et de Sassello. (Pl. XVI et XVII).....	771
A. LODIN. — Note sur l'origine des gîtes calaminaires.....	783
PARANDIER. — Notice géologique et paléontologique sur la nature des terrains traversés par le chemin de fer entre Dijon et Châlon-sur-Saône. (Pl. XV).....	794
DOUVILLÉ et RIGAUX. — Etudes stratigraphiques dans la région du cap Gris-Nez (4 fig.).....	819
J. SEUNES. — Observations sur la note de M. Stuart-Menteath intitulée : Sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales.....	826
Id. — Réponse à la note de M. Stuart-Menteath intitulée : Sur les notes géologiques de M. J. Seunes.....	828
D.-P. OËHLERT. — Description de deux Crinoïdes nouveaux du Dévonien de la Manche (3 fig.). (Pl. XVIII).....	834
N. DE MERCEY. — Remarques sur les gîtes de phosphate de chaux de la Picardie (7 fig.). (Pl. XIX).....	854
CHAPER. — Notes recueillies au cours d'une exploration dans l'île de Bornéo... 877	
G.-F. DOLLFUS. — Relations stratigraphiques de l'argile à silex (6 fig.)... 883	
R. ZEILLER. — Présentation d'un ouvrage de M. Szajnocha..... 901	
CH. JANET. — Note sur les conditions dans lesquelles s'est effectué le dépôt de la Craie dans le bassin anglo-parisien..... 903	
S. CALDERON. — Sur la concomitance du sel gemme et de la matière organique dans les mêmes gisements..... 914	
STUART-MENTEATH. — Note sur une carte géologique de la Haute et Basse Navarre (1 fig.). (Pl. XX)..... 917	
PERON. — Note sur les subdivisions des terrains tertiaires moyen et supérieur en Algérie..... 922	
STUART-MENTEATH. — Note sur douze coupes des Pyrénées occidentales. (Pl. XXI.) 929	
DAUBRÉE. — Complément d'expériences sur le rôle géologique des gaz à haute pression (2 fig.)..... 933	
A. GAUDRY. — Excursion dans les Montagnes Rocheuses..... 936	
CHAPER. — Observations à propos d'une note de M. Daubrée..... 943	
G. RAMOND. — Esquisse géologique de l'aqueduc de dérivation vers Paris, des sources de la vallée d'Avre (1 fig.). (Pl. XXII)..... 953	
M. BOULE. — Les gneiss amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'Allier (1 fig.)..... 966	

G. RAMOND et G. DOLLFUS. — Notice explicative du profil géologique du chemin de fer de Mantes à Argenteuil (14 fig.). (Pl. XXIII).	978
A. GAUDRY. — Similitudes dans la marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau Continent.	1024
Réunion extraordinaire de la Société en Provence.	1037
A. TOUCAS. — Note sur la succession des zones du terrain crétacé du Beausset et sur leur comparaison avec celles des Martigues.	1042
PH. MATHERON. — Note sur la série saumâtre de Fuveau et de Rognac.	1046
A. TOUCAS. — Compte-rendu de l'excursion du 28 septembre, d'Aubagne au Beausset, par la Bédoule, la Ciotat et Bandol.	1047
M. BERTRAND. — Compte-rendu de la course de la Ciotat et de Bandol (2 ^e partie de l'excursion du 28 septembre).	1051
A. TOUCAS. — Compte-rendu de l'excursion du 29 septembre, du Beausset au Castellet et à la Cadière	1057
M. BERTRAND. — Compte-rendu de l'excursion au Val-d'Aren, au Canadeau et au Vieux-Beausset.	1062
Id. — Compte-rendu de l'excursion au Télégraphe de la Cadière et à Fontanieu (Pl. XXIV)	1077
A. TOUCAS. — Observations.	1087
M. BERTRAND. — Réponse aux observations de M. Toucas.	1090
Id. — Sur le plissement de la nappe de recouvrement du Beausset.	1096
PERON. — Note sur le gisement du Rouve et sur l'âge des couches crétacées supérieures du Beausset.	1100
M. BERTRAND. — Compte-rendu de l'excursion du 2 octobre, à la Baralière, à Turben et à Broussan	1116
COLLOT et ZÜRCHER. — Compte-rendu de la course du 3 octobre, entre le Beausset et Brignoles.	1124
M. BERTRAND. — Note sur la bande d'affaissements de Chibron.	1132
COLLOT. — Plis couchés de la feuille d'Aix	1134
KILIAN. — Sur l'allure tourmentée des plis isoclinaux dans les montagnes de la Savoie (Pl. XXV-XXVI).	1152
COLLOT. — Observations sur l'âge des plis de la Provence.	1160
M. BERTRAND. — Discours de clôture.	1161
ZÜRCHER. — Compte-rendu de la course du 4 octobre	1162
M. BERTRAND. — Compte-rendu de la course du lundi 5 octobre : 1 ^{re} partie, de Brignoles à Salernes ; 2 ^e partie, coupe du défilé de la Bouissière (Pl. XXVII).	1166
ZÜRCHER. — Compte-rendu de la course du 6 octobre.	1171
KILIAN. — Sur le Bajocien du Var.	1175
ZÜRCHER. — Note sur les zones de plissement de Salernes et d'Aups (Pl. XXVIII-XXIX).	1178
DEPÉRET. — Compte-rendu de la course de Cucuron	1201
KILIAN et DEPÉRET. — Compte-rendu des courses d'Apt.	1203
Id. — Course d'Orgon.	1204
EDM. PELLAT. — Observations sur les couches fluvio-lacustres à Lychus et l'Urigo-aptien d'Orgon (Bouches-du-Rhône).	1205
Id. — Compte-rendu de l'excursion aux Baux (Bouches-du-Rhône).	1208
COLLOT. — Lettre adressée à M. Pellat à l'occasion de l'excursion aux Baux.	1216

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE DIX-NEUVIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1890-1891

Les numéros des pages en chiffres romains se rapportent aux comptes-rendus sommaires, ceux en chiffres arabes aux Notes et Mémoires.

A

- Aix.* Plis couchés de la feuille d'—, par M. Collot, 1134.
- Algérie.* Le Miocène dans les environs de Tiaret, département d'Oran, —, par M. J. Welsch, LXI et 414. = Sur la situation des couches à *Terebratula diphya* dans l'Oxfordien supérieur de l'Ouarsenis (—), par M. Ficheur, LXXXIII et 556. = Note sur l'étage miocène du sud de l'— et de la Tunisie, et sur la valeur stratigraphique de l'*Ostrea crassissima*, par M. Ph. Thomas, CXI. = Sur les terrains quaternaires des environs de Tiaret, département d'Oran, par M. Welsch, CXII et 766. = Note sur les subdivisions des terrains tertiaires moyen et supérieur en —, par M. Peron, CXXXI et 922.
- Allauch.* Sur le massif d'— par M. M. Bertrand, CII.
- Allier.* Les gneiss amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'—, par M. Boule, CXLV et 966.
- Alluvion.* — Les terrains d'— à Pondichéry, par M. Léveillé, XIX et 99.
- Alpes (Basses-).* Sur la géologie des environs de Moustiers (—), par M. Collot, LXXXIV et 553.
- Alpes Vénitiennes.* Sur le Crétacé supérieur des — et de l'Istrie, par M. Muniér-Chalmas, XXXII.
- Alpines (Chaînes).* Notes sur l'histoire et la structure géologique des — de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes, par M. Kilian, XLIII et 571.
- Amérique.* Une excursion géologique dans les Montagnes Rocheuses (—), par M. de Margerie, CXVI. = Congrès de Washington, par M. Gaudry, CXXI. = Excursion dans les Montagnes Rocheuses, par M. Gaudry, 936. = Similitude dans la marche de l'évolution sur l'Ancien et le Nouveau Continent, par M. Gaudry, CXXXI et 1024.
- Appalaches.* Sur la découverte de phénomènes de recouvrement dans les —, par M. de Margerie, LXVI et 426.

Apt. Compte-rendu des Courses d' —, par MM. Kilian et Depéret, 1203.

Aptien. Note sur le Cénomaniens de Vernajoul et l' — de Laborie, par M. Roussel, xxvii et 202.

gentueil. Notes géologiques sur le chemin de fer de Mantès à —, par MM. Ramond et Dollfus, xiv, cxxxviii, 20 et 978.

Argile à silex. Note sur la formation de l' —, par M. de Lapparent, xli et 305. = Sur la formation continue de l' —, par M. Dollfus, lxxxvii. = Relations stratigraphiques de l' —, par M. Dollfus, 883.

Argile plastique. Un filon d' —, par M. Tardy, lxxv et 504.

Argovien. Note sur le gisement — de Trept (Isère), par M. de Riaz, xxiii et 170.

Arménie. Note sur quelques roches d'Arménie, par M. Lacroix, cviii et 741.

ARNAUD. Sur la limite tracée par Coquand entre le Santonien et le Campanien, lxxxviii et 665.

Asie. Note préliminaire sur les observations géologiques faites dans l' — centrale, par M. Bogdanowitch, xciv et 699.

Asie Mineure. Sur les roches à leucite de Trébizonde (—), par M. Lacroix, cviii et 732.

Aubagne (Bouches-du-Rhône). Compte-rendu de l'excursion d' — au Beausset, par M. Toucas, 1047.

AUBERT. Note sur la géologie de l'extrême Sud de la Tunisie, lv et 408. = Note sur l'Eocène tunisien, lxxvi et 483.

Aude. Sur l'âge des couches qui entourent la source de la Sals (—), par M. Carez, lxxv et 480.

Aups (Var). Note sur les zones de plissements de Salernes et d' —, par M. Zürcher 1178.

Avre (vallée d'). Esquisse géologique de l'aqueduc de dérivation vers Paris, des sources de la —, par M. Ramond, cxxxix et 953.

B

Bajocien. Sur le — du Var, par M. Kilian, 1175.

Bandol. (Var). Excursion à —, par M. Toucas, 1047, et par M. Bertrand, 1051.

Baralière (La) (Var). Excursion à —, par M. Bertrand, 1116.

Barcelone. Culm des environs de —, par M. de Saporta, lix.

Baux (Les) (Bouches-du-Rhône). Description de quelques mollusques fossiles du terrain lacustre des —, par M. Caziot, cv. = Compte-rendu de l'excursion aux —, par M. Pellat, 1208. = Lettre adressée à M. Pellat à l'occasion de l'excursion aux —, par M. Collot, 1216.

BEAUGEY. Observations sur la partie occidentale de la feuille de Luz, xix et 93.

Beausset (Le) (Var). Note sur la succession des zones du terrain crétacé du —, et sur leur comparaison avec celles des Martigues, par M. Toucas, 1042. = Comptes-rendus des excursions aux environs du — (Réunion extraordinaire), par M. Toucas, 1047, 1057, M. Bertrand, 1062, 1096, Collot et Zürcher, 1124. = Sur le plissement de la nappe de recouvrement du —, par M. Bertrand, 1096. = Note sur le gisement du Rouve et sur l'âge des couches crétacées supérieures du —, par M. Peron, 1100.

Bédoule (La). — Excursion à —, par M. Toucas, 1047.

Bélemnites. Note sur trois nouvelles — sénoniennes, par M. Janet, cv et 716.

Belev. Sur les grès de —, près de Soissons, par M. Gosselet, xciv.

BERGERON. Observations sur la dalle des Pyrénées et le Dévonien de la Montagne-Noire, xlviii. = Observations sur une note de M. Boule, cxlv.

Berriasiens. Sur le — de la Grande-Chartreuse, par M. Kilian, xxvi.

BERTRAND (L.) Note sur trois espèces du genre *Scalpellum* du calcaire grossier des environs de Paris, xciii et 693.

BERTRAND (M.). Présentation du buste de Fontannes, vii. = Présentation d'ouvrage, xix. = Sur la coupe du sommet de l'Ouarsenis, lxxvii. = Sur le massif d'Allauch, cii. = Allocation présidentielle de 1891, 565. = Rapport sur le prix Fontannes, 569. = Compte-rendu de la Course de la Ciotat et de Bandol, 1051. = Compte-rendu de l'excursion au Val-d'Aren, au Canadeau et au Vieux-Beausset, 1062. = Compte-rendu de l'excursion au Télégraphe de la Cadière et à Fontanieu, 1077. = Réponse aux observations de M. Toucas, 1090. = Sur le plissement de la nappe de recouvrement du Beausset, 1096. = Compte-rendu de l'excursion du 2 octobre, à la Baralière, à Turben et à Broussan, 1116. = Note sur la bande d'affaissements du Chibron, 1132. = Compte-rendu de la course du lundi 5 octobre, de Brignoles à

- Salernes, et au défilé de la Bouissière, 1166. = Discours de clôture de la réunion extraordinaire, 1161.
- BIGOT. Sur un sol avec racines en place dans l'Orne, xxv. = Sur le Silurien inférieur, lv.
- BOGDANOWITCH. Note préliminaire sur les observations géologiques faites dans l'Asie centrale, xciv et 699.
- BONAPARTE (PRINCE ROLAND). Présentation d'ouvrage, c.
- Bornéo. Géologie de l'île de —, par M. Chaper, cii et 877.
- Bouches-du-Rhône. Sur les Calcaires à *Bulimus Hopei* d'Eygalières (—), par M. Pellat, lxxxviii. = Sur le Massif d'Allauch (—), par M. M. Bertrand, cii. = Description de quelques mollusques fossiles du terrain lacustre des Baux (—), par M. Caziot, cv. = Constitution de la série d'eau douce d'Orgon (—), par M. Collot, cxi et 756. = Voir aussi *Réunion extraordinaire en Provence*.
- BOULE. Observations sur le lapin quaternaire, xlix, liii. = Présentation d'ouvrage, lxxiii et cxliv. = Les gneiss amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'Allier, cxlv et 966.
- BOURGEAT (l'abbé). Quelques observations nouvelles sur le Jura méridional, xxiii et 166.
- BOURY (DE). Présentation d'ouvrage, cxxviii.
- Briançonnais. Voir *Alpes*.
- Brie (*Calcaire de*). Equivalent marin du —, par M. Munier-Chalmas, cx.
- Brignoles. Comptes-rendus des excursions aux environs de — (réunion extraordinaire), par MM. Collot et Zürcher, 1124; par M. Zürcher, 1162, et par M. Bertrand, 1166.
- Broussan (*Var*). Excursion à —, par M. Bertrand, 1116.
- Bulimus*. Sur les Calcaires à — *Hopei* d'Eygalières (Bouches-du-Rhône), par M. Pellat, lxxxviii. = Sur le — *proboscideus* d'Orgon, par M. Collot, cxi et 756.
- C
- Cadière (*La*) (*Var*). Excursion à —, par M. Toucas, 1057. = Excursion au Télégraphe de —, par M. Bertrand, 1077.
- Calaminaires (*Gîtes*). Note sur l'origine des —, par A. Lodin, cvii et 783.
- Calcaire grossier. Note sur trois espèces du genre *Scalpellum* du — des environs de Paris, par M. L. Bertrand, xciii et 693.
- CALDERON (S.). Sur la concomitance du sel gemme et de la matière organique dans les mêmes gisements, cxxv et 914.
- Callovien. Sur le — de l'Ouest de la France et sur sa faune, par M. de Grossouvre, xxxiv et 247.
- Campanien. Voir *Sénonien*.
- Canadeau (*Le*) (*Var*). Excursion au —, par M. Bertrand, 1062.
- CARALP. Sur l'attribution au Carbonifère des Schistes à *Oldhamia* du pays de Luchon, cxii et 762.
- Carbonifère. Sur l'attribution au — des Schistes à *Oldhamia* du pays de Luchon, par M. Caralp, cxii et 762.
- CAREZ. Observations, xxvii et cxlv. = Présentation d'ouvrage, lxxii. = Observation sur *Hippurites giganteus*, lxxvi. = Sur l'âge des couches qui entourent la source de la Sals (Aude), lxxv et 480. = Sur quelques points de la géologie des Corbières, ci et 702.
- Castellet (*Le*) (*Var*). Excursion au —, par M. Toucas, 1057.
- CAZIOT. Etude sur le bassin pliocène de Théziers-Roquemaure (Gard), xxvii et 205. = Description de quelques mollusques fossiles du terrain lacustre des Baux (Bouches-du-Rhône), cv. = Note sur trois horizons lacustres identiques, cxlvi.
- Cénomaniens. Note sur le — de Vernajoul et l'Aptien de Laborie, par M. Roussel, xxvii et 202.
- Châlon-sur-Saône. Voir *Dijon*.
- CHAPER. Géologie de l'île de Bornéo, cii et 877.
- Chibron. Note sur la bande d'affaissements de Chibron, par M. M. Bertrand, 1132.
- Ciotat (*La*). Excursion à —, par M. Toucas, 1047; et par M. M. Bertrand, 1051.
- Cirrhipèdes. Voir *Scapellum*.
- Coëvrans. Sur le Silurien inférieur dans les —, par M. D.-P. Oehlert, xli et 355.
- COLLOT. Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence, 39. = Sur la géologie des environs de Moustiers, lxxxiv et 553. = Constitution de la série d'eau douce (sur le *Bulimus proboscideus*) d'Orgon (Bouches-du-Rhône), cxi et 756. = Plis couchés de la feuille d'Aix, 1134. = Observation sur l'âge des plis de la Provence, 1160. = Lettre adressée à M. Pellat à l'occasion de l'excursion aux Baux, 1216.

- COLLOT et ZÜRCHER. Compte-rendu de la course du 3 octobre, entre le Beausset et Brignoles, 1124.
- Corbières.** Observations sur les terrains secondaires et les terrains primaires des —, par M. Roussel, xxvii et 184. = Sur quelques points de la géologie des —, par M. Carez, ci et 702.
- COTTEAU. Présentations d'ouvrages, xv, li, lxxiii, cxxvi et cxxvii. = Sur les Oursins de l'Ouest de la France, xc.
- Cransac.** Les eaux de —, par le Dr Labat, xciii.
- Crétacé.** Echinides — des Pyrénées occidentales, par M. J. Seunes, xii et 23. = Observations sur la faune — de Tunisie, par M. Douvillé, xviii. = Description du terrain — dans une partie de la Basse-Provence, par M. Collot, 39. = Sur le — supérieur des Alpes Vénitiennes et de l'Istrie, par M. Munier-Chalmas, xxxii. = Sur le — supérieur, par M. de Grossouvre, xxxiv. = Adjonctions à la géologie de l'Inde française, principaux fossiles du terrain —, par M. Lèveillé, xxxvi et 235. = Sur quelques espèces — et tertiaires d'Espagne, par M. Nicklès, lii. = Sur les couches dites — inférieures des environs de Sougraigne (Aude), par M. Jacquot, 112. = Sur un Saurien du — d'Oléron, par M. Ritter, lv. = Sur le — supérieur des Pyrénées occidentales, par M. Stuart-Menteath cv et 722. = Constitution de la série d'eau douce d'Orgon (Bouches-du-Rhône), par M. Collot, cxi et 756. = Note sur la succession des zones du terrain du Beausset et sur leur comparaison avec celles des Martigues, par M. Toucas, 1042. = Note sur le gisement du Rouve et sur l'âge des couches — supérieures du Beausset, par M. Peron 1100.
- Crinoïdes.** Sur le genre *Spyridocrinus* par M. D.-P. Oehlert, 220. = Deux — nouveaux du Dévonien inférieur de la Manche, par M. D.-P. Oehlert, cii et 834.
- Cucuron.** Compte-rendu de la couche de —, par M. Depéret, 1201.
- CUÉNOT. Voir Ch. JANET.
- Culm.** — des environs de Barcelone, par M. de Saporta, lxi.
- Complément d'expériences sur le rôle géologique des gaz à haute pression, cxxiv et 933. = Observations à propos d'une note de M. —, par M. Chaper, cxxxiii et 943.
- DEPÉRET. Sur un *Macrotherium* de l'Isère, xxx. = Sur le nom du *Macrotherium* de Sansan, cxii. = Sur l'*Hippurion crassum*, cxlvii. = Compte-rendu de la course de Cucuron, 1201. = Voir KILIAN et DEPÉRET.
- Deux-Sèvres.** Carte du département des — par M. Fournier, lxxvi.
- Dévonien.** Sur le — des Basses-Pyrénées, par M. J. Seunes, xlvi. = Observations sur la dalle des Pyrénées et le — de la Montagne-Noire, par M. Bergeron, xlvi. = Deux Crinoïdes nouveaux du — inférieur de la Manche, par M. D.-P. Oehlert, cii et 834.
- Diamantifères (Sables).** Sur les — dans la Laponie russe, par M. Vélain, xxxii.
- Dijon.** Notice géologique et paléontologique sur la nature des terrains traversés par le chemin de fer entre — et Châlon-sur-Saône, par M. Parandier, cv et 794.
- DOLLFUS (G.). Présentations d'ouvrages, x, lxxxvi. = Observation, lii. = Sur la formation continue de l'argile à silex, lxxxvii. = Observation sur le Quaternaire et le creusement des vallées, cviii. = Relations stratigraphiques de l'argile à silex, 883.
- DOLLFUS (G.) et RAMOND (G.). Note géologique sur le chemin de fer de Mantès à Argenteuil, xiv, cxxxviii, 20 et 978.
- Doubs.** Sur le pli faible de Mouthier-Haute-Pierre (—), par MM. Haug et Kilian, cxxxii.
- DOUVILLÉ. Sur l'*Hippurites gosaviensis*, xi. = Observation sur un faux Rudiste tertiaire, xvii. = Observation sur la faune crétacée de Tunisie, xviii. = Sur le *Tissotia Tissoti*, xviii et 499. = Sur les caractères internes des *Sauvagesia*, xliii et 669. = Géologie de l'isthme de Panama, lxxvi. = Présentation d'ouvrages, xxxviii, lxxv. = Etudes stratigraphiques dans la région du cap Gris-Nez, par MM. RIGAUD et —, cx et 819.

D

DAUBRÉE. Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés d'un mouvement fort rapide, dans divers phénomènes géologiques. I et 313. = Notice nécrologique sur M. de Tchihatchef, lxxxvii.

E

Eaux. Note sur quelques questions relatives à la géologie des grottes et des — souterraines, par MM. de Launay et Martel, xxii et 142. = Les — de Cransac, par le Dr Labat, xciii.

Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées). Note sur les Calcaires des environs d' —, par MM. Oehlert et Liétard, XLVIII et 475.

Echinides. — crétacés des Pyrénées occidentales, par M. J. Seunes, XII et 22. = Sur les — de l'Ouest de la France, par M. Cotteau, xc. = Voir *Oursins*.

Echinocyamus. Note sur le genre — Van Phelsum, 1774, par M. Lambert, cxi et 749.

Eocène. Note sur l' — tunisien, par M. Aubert, LXXVI et 483.

Eruptives (Roches). Chronologie des — de l'île de Jersey, par M. de Lapparent, CXXXVI.

Espagne. Sur quelques espèces crétacées et tertiaires d' —, par M. Nicklès, LI.

F

Faluns. Sur quelques — bleus inconnus du département des Landes, par M. V. Raulin, XII et 8.

FICHEUR. Sur la situation des couches à *Terebratula diphyca* dans l'Oxfordien supérieur de l'Ouarsenis (Algérie), LXXXIII et 536. = Présentation d'ouvrage, xxiv.

Florence. Remarques sur quelques fossiles du Musée de —, par M. Gaudry, 228.

Fontanieu (Var). Excursion à —, par M. Bertrand, 1077.

FOURNIER. Sur les prétendus dépôts marins de l'époque romaine dans la vallée de la Sèvre, LXV. = Carte du département des Deux-Sèvres, LXVI.

Fuveau. Note sur la série saumâtre de — et de Rognac, par M. Matheron, 1046.

G

Gard. Sur la rencontre de couches houillères dans le —, par M. Parran, xxv. = La géologie et la paléontologie du bassin houiller du —, de M. Grand'Eury, par M. Zeiller, xci et 679.

GAUDRY. Présentations d'ouvrages, XXI, XXX, LXXVIII, CXXI, CXLIV. = Remarques sur quelques fossiles du Musée de Florence, 228. = Sur *Phoca groenlandica*, LXXIV. = Congrès de Washington, CXXI. = Excursion dans les Montagnes Rocheuses, 936. = Similitude dans la marche de l'évolution sur l'Ancien et le Nouveau Continent, CXXXI et 1024.

GAUTHIER. Présentation d'ouvrage, CXXVI.

Glaciaire (Époque). Sur l' — dans l'Inde méridionale, par M. Lèveillé, LXXVII.

Gneiss. Les — amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'Allier, par M. Boule, CXLV et 966. = Observations de M. Bergeron, CXLV.

GOSSELET. Sur les grès de Belen, près de Soissons, xciv.

Gourbesville. Note sur le cailloutis à ossements de lamantins de — (*Manche*), par M. de Lapparent, LI, LIX et 362.

GRAND'EURY. La géologie et la paléontologie du bassin houiller du Gard, de M. —, par M. Zeiller, xci et 679.

Grande-Chartreuse. Sur le Berriasien de la —, par M. Kilian, xxvi.

Gris-Nez (Cap). Sur le Jurassique du Massif du —, par MM. Rigaux et Douvillé, cx et 819.

GROSSOUVRE (A. DE). Sur le Callovien de l'Ouest de la France et sur sa faune, xxxiv et 247. = Sur le Crétacé supérieur, xxxiv. = Sur le Sénonien; réponse à M. Toucas, LXXVIII.

Grottes. Note sur quelques questions relatives à la géologie des — et des eaux souterraines, par MM. de Launay et Martel, xxii et 142.

H

HAUG et KILIAN. Sur le pli-faïlle de Mouthier-Haute-Pierre (Doubs), CXXXII.

Hipparion. Sur l' — *crassum*, par M. Depéret, CXLVII.

Hippurites. Sur l' — *gosaviensis*, par M. Douvillé, xi. = Observation sur les —, par M. Munier-Chalmas, xi. = Observation sur — *giganteus*, par M. L. Carez, LXXVI. = Note sur le Sénonien et en particulier sur l'âge des couches à —, par M. Toucas, LXVIII, LXXV, LXXXIX et 506.

Houiller. Sur la rencontre de couches — dans le Gard, par M. Parran, xxv. = Nouvelles observations sur le terrain — du Monte-Pisano, par M. de Stéfani, xxxvi et 233. = La géologie et la paléontologie du bassin — du Gard, de M. Grand'Eury, par M. Zeiller, xci et 679.

HOVELACQUE (M.). Présentations d'ouvrage, xx, CXXXVII. = Présentation d'un appareil photographique, CXXXVII.

I

- Inde.** Les terrains d'alluvion à Pondichéry, par M. Lèveillé, xix et 99. = Adjonction à la géologie de l'— française, principaux fossiles du terrain crétacé, par M. Lèveillé, xxxvi et 235. = Sur l'époque glaciaire dans l'— méridionale, par M. Lèveillé, lxxvii.
- Isère.** Sur un *Macrotherium* de l'—, par M. Depéret, xxx.
- Istrie.** Sur le Crétacé supérieur des Alpes Vénitiennes et de l'—, par M. Munier-Chalmas, xxxii.

J

- JACQUOT.** Sur les couches dites Crétacé inférieur des environs de Sougraigne (Aude), 112.
- JANET (Ch.).** Notes sur trois nouvelles Bélemnites sénoniennes, cv et 716. = Conditions de dépôt de la Craie dans le bassin anglo-parisien, cxvii et 903.
- JANET et CUÉNOT.** Note sur les orifices génitaux multiples, sur l'extension des pores madréporiques hors du madréporite et sur la terminologie de l'appareil apical chez les Oursins, xxxviii et 295.
- Jersey.** Sur les porphyres de —, par M. de Lapparent, xvii. = Chronologie des roches éruptives de l'île de —, par M. de Lapparent, cxxxvi.
- Jura.** Quelques observations nouvelles sur le — méridional, par l'abbé Bourgeat, xxiii et 166.
- Jurassique.** Sur les terrains — de Normandie, par M. Munier-Chalmas, cviii. = Sur le — du Massif du Cap Gris-Nez, par MM. Rigaux et Douvillé, cx et 819. = Sur le — de la Tunisie, par M. le Mesle, cxl.

K

- KILIAN.** Sur le Lias de la Savoie, xxvi. = Sur le Berriasien de la Grande-Chartreuse, xxvi. = Notes sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes, xliii et 571. = Rectifications, xlv, lxi. = Sur l'allure tourmentée des plis isoclinaux dans les montagnes de la Savoie, 1152. = Sur le Bajocien du Var, 1175. = Voir HAUG et KILIAN.

KILIAN et DEPÉRET. Compte-rendu des courses d'Apt, 1203. = Course d'Orgon, 1204.

Kimmeridgien. Lettre sur le — de Tunisie, par M. le Mesle, xxxiii.

L

- LABAT (le D^r).** Présentation d'ouvrage, li. = Les eaux de Cransac, xciii.
- Laborie.** Note sur le Cénomanién de Vernajoul et l'Aptien de —, par M. Roussel, xxvii et 202.
- LACROIX (A.).** Sur les roches à leucite de Trébizonde (Asie-Mineure), cviii et 732. = Note sur quelques roches d'Arménie, cviii et 741.
- Lacustres (Horizons).** Note sur trois — identiques, par M. Caziot, cxlvi.
- Lamantins.** Note sur le cailloutis à ossements de — de Gourbesville (Manche), par M. de Lapparent, li, lix et 362.
- LAMBERT (J.).** Note sur le genre *Echinociamus* Van Phelsum, 1774, cxl et 749.
- Landes.** Sur quelques faluns bleus inconnus du département des —, par M. Raulin, xii et 8.
- Lapin.** Observations sur le — quaternaire, par M. Boule, xlix, liii.
- Laponie.** Sur les sables diamantifères dans la — russe, par M. Vélain, xxxii.
- LAPPARENT (de).** Présentations d'ouvrages, vii, xxxi, ci, cxxviii. = Note sur la formation des ressauts de terrain dits rideaux, xii et 1. = Sur les porphyres de Jersey, xvii. = Réponse à M. Lasne, xix. = Note sur la formation de l'argile à silex, xli et 305. = Observations, xli, xliii, xlviii. = Notes sur le cailloutis à ossements de lamantins de Gourbesville (Manche), li, lix et 362. = Chronologie des roches éruptives de l'île de Jersey, cxxxvi.
- LASNE (H.).** Sur l'origine des rideaux en Picardie, xviii et 34. = Sur les anomalies magnétiques découvertes par Th. Moureaux, xxii et 140.
- LAUNAY (C. de) et E. A. MARTEL.** Note sur quelques questions relatives à la géologie des grottes et des eaux souterraines, xxii et 142.
- LEBESCONTE.** Existe-t-il une série d'assises nouvelles entre les « Schistes rouges » et le « Grès armoricain » ? xiii et 15.
- LE MESLE.** Lettre sur le Kimmeridgien de Tunisie, xxxiii. = Sur le Jurassique de la Tunisie, cxl.

- LEMOINE. Etude d'ensemble sur les dents des Mammifères fossiles des environs de Reims, 263.
- Leucite*. Sur les roches à — de Trébizonde (Asie-Mineure), par M. Lacroix, cviii et 732.
- LÉVELLÉ (l'abbé H.). Les terrains d'alluvion à Pondichéry, xix et 99. = Adjonctions à la géologie de l'Inde française, principaux fossiles du terrain créacé, xxxvi et 235. = Sur les grès du détroit de Palk, liii. = Sur l'époque glaciaire dans l'Inde méridionale, lxxxvii.
- Lias*. Sur le — de la Savoie, par M. Kilian, xxvi.
- LIÉTARD. Voir OEHLERT et LIÉTARD.
- Ligurie*. Note sur quelques types de Monocotylédonnées de Sainte-Justine et de Sassello (—), par M. Squinabol, cvii et 771.
- LIMA (W. de). Présentation de notes, xxi et 136.
- LODIN. Note sur l'origine des gîtes calaminaires, cvii et 783.
- Luchon*. Sur l'attribution au Carbonifère des Schistes à Oldhamia du pays de —, par M. Caralp, cxii et 762.
- Luz*. Observation sur la partie occidentale de la feuille de —, par M. Beaugéy, xix et 93.
- Lychnus*. Observation sur les couches fluviolacustres à — et l'Urgo-aptien d'Orgon, par M. Pellat, 1205.
- M**
- Macrotherium*. Sur un — de l'Isère, par M. Depéret, xxx. = Sur le nom du — de Sansan, par M. Depéret, cxii.
- Magnétique*. Sur les anomalies — découvertes par Th. Moureaux, par M. Lasne, xxii et 140.
- Mammifères*. Etude d'ensemble sur les dents des — fossiles des environs de Reims, par M. Lemoine, 263.
- Manche*. Notes sur le cailloutis à ossements de lamantins de Gourbesville (—), par M. de Lapparent, li, lix et 362. = Deux Crinoïdes nouveaux du Dévonien de la —, par M. D.-P. Oehlert, cii et 834.
- Mantes*. Notes géologiques sur le chemin de fer de — à Argenteuil, par MM. Ramond et Dollfus, xiv, cxxxviii, 20, 978.
- MARGERIE (E. de). Sur la découverte de phénomènes de recouvrement dans les Appalaches, lxvi et 426. = Une excursion géologique dans les Montagnes Rocheuses, cxvi.
- MARTEL. Note sur quelques questions relatives à la géologie des grottes et des eaux souterraines, par MM. C. de Launay et —, xxii et 142.
- Martigues (Les)*. Note sur la succession des zones du terrain créacé du Beausset, et sur leur comparaison avec celles des —, par M. Toucas, 1042.
- MATHERON. Note sur la série saumâtre de Fuveau et de Rognac, 1046.
- Maurienne*. Voir *Alpes*.
- MERCEY (de). Phosphates de chaux de la Picardie, cviii et 854.
- Mérans (Ariège)*. Sur les terrains primaires de —, par M. Roussel, xciii et 712.
- MEUNIER (St.). Présentation d'ouvrage, cxxi.
- Miocène*. Le — dans les environs de Tiaret, département d'Oran, Algérie, par M. J. Welsch, lxi et 414. = Note sur l'étage — du sud-est de l'Algérie et de la Tunisie, et sur la valeur stratigraphique de l'*Ostrea crassissima*, par M. Ph. Thomas, cxl.
- Monocotylédonnées*. Note sur quelques types de — de Sainte-Justine et de Sassello, par M. Squinabol, cvii et 771.
- Montagne-Noire*. Observations sur la dalle des Pyrénées et le Dévonien de la —, par M. Bergeron, xlvi.
- Monte-Pisano*. Nouvelles observations sur le terrain houiller du —, par M. de Stéfani, xxxvi et 233.
- Montpellier*. Sur le Pliocène des environs de — et sur un gisement de plantes fossiles de cet horizon, par M. Viguier, xiii.
- Moraines*. Sur des — au nord de la Norvège, par M. Reusch, xxxv.
- MORTILLET (G. de) Présentation d'ouvrage, xlix. = Réponse à M. Boule, xlix.
- MOUREAUX (Th.). Sur les anomalies magnétiques découvertes par —, par M. Lasne, xxii et 140.
- Moustiers (Basses-Alpes)*. Sur la géologie des environs de —, par M. Collot, lxxxiv et 553.
- Mouthier-Haute-Pierre (Doubs)*. Sur le pli-faïlle de —, par MM. Haug et Kilian, cxxxii.
- MUNIER-CHALMAS. Observation sur les Hippurites, xi. = Sur le Crétacé supérieur des Alpes Vénitiennes et de l'Istrie, xxxii. = Observations sur les Oursins, xl. = Sur les terrains jurassiques de Normandie, cviii. = Equivalent marin du Calcaire de Brie, cx. = Sur les deux faciès du Tortonien, cxxxi.

N

- Navarre.* Note sur une carte géologique de la Haute et Basse —, par M. Stuart-Menteth, cxxv et 917.
- NICKLÈS (R.). Sur quelques espèces crétaées et tertiaires d'Espagne, LII.
- Normandie.* Sur les terrains jurassiques de —, par M. Munier-Chalmas, cviii.
- Norwège.* Sur des moraines au nord de la —, par M. Reusch, xxxv.

O

- OHLERT (D.-P.). Sur le genre *Spyridocrinus*, 220. = Sur le Silurien inférieur dans les Coëvrans, xli et 355. = Observations, xlviii. = Deux Crinoides nouveaux du Dévonien inférieur de la Manche, cii et 834.
- OHLERT et LIÉTARD. Note sur les calcaires des environs d'Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées), xlvi et 475.
- Oldhamia (Schistes à).* Sur l'attribution au Carbonifère des — du pays de Luchon, par M. Caralp, cxii et 762.
- Oloron.* Sur un Saurien du Crétacé d'—, par M. Ritter, lv.
- Ophitiques (Roches).* Recherches sur quelques — du sud de la Tunisie, par M. Ph. Thomas, lxx et 430.
- Orgon (Bouches-du-Rhône).* Constitution de la série d'eau douce d'—, par M. Collot, cxl et 756. = Compte-rendu de la course d'—, par MM. Kilian et Depérel, 1204. = Observations sur les couches fluviolacustres à *Lychnus* et l'Urgo-aptien d'—, par M. Pellat, 1205.
- Orographie* ancienne de la terre, par M. Tardy, lv.
- Oscillations.* Sur les — du sol de la France, par M. Van den Broeck, xli.
- Ostrea crassissima* Lmk. Note sur l'éta-ge miocène du sud de l'Algérie et de la Tunisie, et sur la valeur stratigraphique de l'—, par M. Ph. Thomas, cxl.
- Ouarsenis.* Sur la coupe du sommet de l'—, par M. M. Bertrand, lxxvii. = Sur la situation des couches à *Terebratula diphya* dans l'Oxfordien supérieur de l'—, par M. Ficheur, lxxxiii et 556.
- Ouest.* Sur le Callovien de l'— de la France et sur sa faune, par M. de Gros-souvre, xxxiv et 247. = Sur les Oursins de l'— de la France, par M. Cotteau, xc.
- Oursins.* Note sur les orifices génitaux multiples, sur l'extension des pores madréporiques hors du madréporite

et sur la terminologie de l'appareil apical chez les —, par MM. Ch. Janet et L. Cuénot, xxxviii et 295. = Observations sur les —, par M. Munier-Chalmas, xl. = Sur les — de l'Ouest de la France, par M. Cotteau, xc. = Note sur le genre *Echinocyamus* Van Phelsum 1774. par M. Lambert, cxl et 749.

Oxfordien. Sur la situation des couches à *Terebratula diphya* dans l'— supérieur de l'Ouarsenis (Algérie), par M. Ficheur, lxxxiii et 556.

P

- Palk (Déroit de).* Sur les grès du —, par M. Lévillé, liii.
- Panama.* Géologie de l'isthme de —, par M. Douvillé, lxvi.
- PARANDIER. Notice géologique et paléontologique sur la nature des terrains traversés par le chemin de fer entre Dijon et Chalon-sur-Saône, cv et 794.
- Paris (Environs de).* Note sur trois espèces de *Scalpellum* du Calcaire grossier des —, par M. L. Bertrand, xciii 693.
- PARRAN. Sur la rencontre de couches houillères dans le Gard, xxv. = Présentation d'ouvrage, lxxxviii.
- PELLAT. Sur les calcaires à *Bulimus Hopei* d'Eygalières (Bouches-du-Rhône) lxxxviii. = Observation sur les couches fluviolacustres à *Lychnus* et l'Urgo-aptien d'Orgon, 1205. = Compte-rendu de l'excursion aux Baux, 1208.
- Péristome.* Note sur le — d'un *Rhacophyllites*, par M. de Stéfani, xxxvi et 231.
- PERON. Présentation d'ouvrage, ix, cxxviii. = Note sur les subdivisions des terrains tertiaires moyen et supérieur en Algérie, cxxxi et 922.
- Phoca.* Sur — *groenlandica*, par M. A. Gaudry, lxxiv.
- Phosphates de chaux.* — de la Picardie, par M. de Mercey, cviii et 854. = Gisements de — des hauts plateaux de la Tunisie, par M. Ph. Thomas, liv et 370.
- Picardie.* Sur l'origine des rideaux en —, par M. H. Lasne, xviii et 34. = Phosphates de chaux de la —, par M. de Mercey, cviii et 854.
- Plantes fossiles.* Sur le Pliocène des environs de Montpellier et sur un gisement de — de cet horizon, par M. Viguier, xiii.

Pliocène. Sur le — des environs de Montpellier et sur un gisement de plantes fossiles de cet horizon, par M. Viguier, xiii. = Etude sur le bassin — de Théziers-Roquemaure (Gard), par M. Caziot, xxvii et 205.

Plis. — couchés de la feuille d'Aix, par M. Collot, 1134. = Sur l'allure tourmentée des — isoclinaux dans les montagnes de la Savoie, par M. Kilian, 1152. = Observation sur l'âge des — de la Provence, par M. Collot, 1160.

Plissements. Note sur les zones de — de Salernes et d'Aups, par M. Zürcher, 1178.

Pondichéry. Les terrains d'alluvion à —, par M. Lèveillé, xix et 99.

Porphyres. Sur les — de Jersey, par M. A. de Lapparent, xvii.

PORTE. Présentation d'ouvrage, cvii.

PRIEM. Présentations d'ouvrages, xv, xciii.

Primaire. Observations sur les terrains secondaires et les terrains — des Corbières, par M. Roussel, xxvii et 184. = Sur les terrains — de Mérens, par M. Roussel, xciii et 712.

Provence. Description du terrain crétaé dans une partie de la Basse —, par M. Collot, 39. = Réunion extraordinaire de la Société en —, 1037. = Observation sur l'âge des plis de la —, par M. Collot, 1160.

Pyrénées. Echinides crétaés des — occidentales, par M. J. Seunes, xii et 23. = Sur la présence de Rudistes dans le flisch à Orbitolines des Basses —, par M. J. Seunes, xxii. = Sur la constitution géologique des —, par M. Stuart-Menteath, xxxviii et 291. = Sur le Dévonien des Basses —, par M. J. Seunes, xlvi. = Observations sur la dalle des — et le Dévonien de la Montagne-Noire, par M. Bergeron, xlvi. = Note sur les calcaires des environs d'Eaux-Bonnes (Basses —), par MM. D.-P. Oehlert et Liétard, xlvi et 475. = Sur un Saurien du Crétacé d'Oloron, par M. Ritter, lv. = Sur les terrains primaire de Mérens, par M. Roussel, xciii et 712. = Sur l'allure des couches dans les — françaises, par M. Roussel, xciii et 727. = Sur le Crétacé supérieur des — occidentales, par M. Stuart-Menteath, cv et 722. = Note sur douze coupes des — occidentales, par M. Stuart-Menteath, cxxxiv et 929. = Voir *Navarre* et *Luchon*.

Q

Quaternaire. Observations sur le lapin —, par M. Boule; xlix, liii. = Sur les terrains — des environs de Tiaret (Algérie), par M. Welsch, cxii et 766.

R

RAMOND (G.). Présentation d'ouvrage, cvii. = Esquisse géologique de l'aqueduc de dérivation, vers Paris, des sources de la vallée d'Avre, cxxxix et 953.

RAMOND (G.) et DOLLFUS (G.). Notes géologiques sur le chemin de fer de Mantes à Argenteuil, xiv, cxxxviii, 20 et 978.

RAULIN (V.). Sur quelques faluns bleus inconnus du département des Landes, xii et 8.

Recouvrement. Sur la découverte de phénomènes de — dans les Appalaches, par M. de Margerie, lxvi et 426.

Reims. Etude d'ensemble sur les dents des Mammifères fossiles des environs de —, par M. Lemoine, 263.

REUSCH. Sur des moraines au nord de la Norwège, xxxv.

Rhacophyllites. Note sur le péristome d'un —, par M. de Stéfani, xxxvi et 231.

RIAZ (A. de). Note sur le gisement argovien de Trept (Isère), xxiii et 170.

Rideaux. Note sur la formation des ressauts de terrain dits —, par M. A. de Lapparent, xii et 1. = Sur l'origine des — en Picardie, par M. H. Lasne, xviii et 34.

RIGAUD et DOUVILLÉ. Sur le Jurassique du massif du cap Gris-Nez, cx et 819.

RITTER. Sur un Saurien du Crétacé d'Oloron, lv.

Rognac. Note sur la série saumâtre de Fuveau et de —, par M. Matheron, 1046.

ROLLAND. Aperçu sur l'histoire géologique du Sahara, depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle, xxxiv et 237. = Présentation d'ouvrage, cxliv.

ROUSSEL. Observations sur les terrains secondaires et les terrains primaires des Corbières, xxvii et 184. = Note sur le Cénomaniien de Vernajoul et l'Aptien de Laborie, xxvii et 202. = Sur les terrains primaires de Mérens, xciii et 712. = Sur l'allure des couches dans les Pyrénées françaises, xciii et 727.

Rouve (Le). Note sur le gisement du — et sur l'âge des couches crétacées supérieures du Beausset, par M. Peron, 1100.

Rudistes. Observation sur un faux — tertiaire, par M. Douvillé, xvii. = Sur la présence de — dans le fisch à *Orbitolines* des Basses-Pyrénées, par M. J. Seunes, xxii. = Sur les caractères internes des *Sauragesia*, par M. Douvillé, xliii et 669. = Voir *Hippurites*.

S

Sahara. Aperçu sur l'histoire géologique du —, depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle, par M. Rolland, xxxiv et 237.

Sainte-Justine (Ligurie). Note sur quelques types de Monocotylédonées de — et de Sassello, par M. Squinabol, cvii et 771.

Salernes (Var). Comptes-rendus des courses aux environs de —, par M. Bertrand, 1166, et par M. Zürcher, 1171. = Note sur les zones de plissements de — et d'Aups, par M. Zürcher, 1178.

Sals (La) (Aude). Sur l'âge des couches qui entourent la source de —, par M. Carez, lxxv et 480.

Sansan. Sur le nom de Macrotherium de —, par M. Depéret, cxii.

Santonien. Voir *Sénonien*.

SAPORTA (DE). Culm des environs de Barcelone, lix.

Sassello (Ligurie). Note sur quelques types de Monocotylédonées de Sainte-Justine et de —, par M. Squinabol, cvii et 771.

Saurien. Sur un — du Crétacé d'Oloron, par M. Ritter, lv.

Sauragesia. Sur les caractères internes des —, par M. Douvillé, xliii et 669.

Savoie. Sur le Lias de la —, par M. Kilian, xxvi. = Sur l'allure tourmentée des plis isoclinaux dans les Montagnes de la —, par M. Kilian, 1152.

Scalpellum. Note sur trois espèces du genre — du Calcaire grossier des environs de Paris, par M. L. Bertrand, xciii et 693.

Secondaire. Observations sur les terrains — et les terrains primaires des Corbières, par M. Roussel, xxvii et 184.

Sel gemme. Sur la concomitance du — et de la matière organique dans les mêmes gisements, par M. S. Calderon, cxxv et 914.

Sénonien. Notes sur le — et en particulier sur l'âge des couches à *Hippurites*, par M. Toucas, lxxviii, lxxv, lxxxix et 506. = Sur le —; réponse à M. Toucas, par M. de Grossouvre, lxxviii. = Sur la limite tracée par Coquand entre le Santonien et le Campanien, par M. Arnaud, lxxxviii et 665. = Note sur trois nouvelles *Bélemnites* —, par M. Janet, cv et 716.

Serpentines. Les gneiss amphiboliques et les — de la haute vallée de l'Allier, par M. Boule, cxlv et 966. = Observations de M. Bergeron, cxlv.

SEUNES (J.). Echinides crétacés des Pyrénées occidentales, xii et 23. = Présentation d'un mémoire, xvi et 125. = Sur la présence de Rudistes dans le fisch à *Orbitolines* des Basses-Pyrénées, xxii. = Sur le Dévonien des Basses-Pyrénées, xlvii. = Réponses à M. Stuart-Menteath, cx, 826 et 828.

Sèvre. Sur les prétendus dépôts marins de l'époque romaine dans la vallée de la —, par M. Fournier, lxxv.

Silurien. Existe-t-il une série d'assises nouvelles entre les Schistes rouges et le Grès armoricain?, par M. Lebesconte, xiii et 15. = Sur le — inférieur dans les Coëvrons, par M. D.-P. Oehlert, xli et 355. = Sur le — inférieur, par M. Bigot, lv.

Soissons. Sur les grès de Béleu, près de —, par M. Gosselet, xciv.

Sougraigne (Aude). Sur les couches dites Crétacé inférieur des environs de —, par M. Jacquot, 112.

Spyridiocrinus. Sur le genre —, par M. D.-P. Oehlert, 220.

SQUINABOL. Note sur quelques types de Monocotylédonées de Sainte-Justine et de Sassello, cvii et 771.

STÉFANI (C. de). Note sur le péristome d'un *Rhacophyllites*, xxxvi et 231. = Nouvelles observations sur le terrain houiller du Monte-Pisano, xxxvi et 233.

STUART-MENTEATH. Sur la constitution géologique des Pyrénées, xxxviii et 291. = Sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales, cv et 722. = Sur les notes géologiques de M. J. Seunes, cx et 753. = Note sur une carte géologique de la Haute et Basse Navarre, cxxv et 917. = Note sur douze coupes des Pyrénées occidentales, cxxxiv et 929.

T

TARDY. Orographie ancienne de la terre, LV. = Températures du sous-sol, LXIV et 473 = Un filon d'argile plastique, LXXV et 504. = Dégagement de gaz terrestres, CV.

Tertiaire. Sur quelques espèces crétacées et — d'Espagne, par M. Nicklès, LI. = Note sur les subdivisions des terrains — moyen et supérieur en Algérie, par M. Peron, CXXXI et 922.

Théziers-Roquemaure (Gard). Etude sur le bassin pliocène de —, par M. Caziot, XXVII et 205.

THOMAS (Ph). Gisements de phosphate de chaux des hauts plateaux de la Tunisie, LIV et 370. = Recherches sur quelques roches ophitiques du sud de la Tunisie, LXX et 430. = Note sur l'étage miocène du sud-est de l'Algérie et de la Tunisie, et sur la valeur stratigraphique de l'*Ostrea crassissima* Lamk, CXI.

Tiaret, département d'Oran, Algérie. Le Miocène dans les environs de —, par M. Welsch, LXI et 414. = Sur les terrains quaternaires des environs de —, par M. Welsch, CXII et 766.

Tissotia. Sur le — Tissoti, par M. Douvillé, XVIII et 499.

Tortonien. Sur les deux faciès du —, par M. Munier-Chalmas, CXXXI.

TOUCAS (A.). Notes sur le Sénonien et en particulier sur l'âge des couches à Hippurites, LXVIII, LXXV, LXXXIX et 506. = Note sur la succession des zones du terrain crétacé du Beausset et sur leur comparaison avec celles des Martigues, 1042. = Compte-rendu de l'excursion du 28 septembre, d'Aubagne au Beausset, par la Bédoule, la Ciotat et Bandol, 1047. = Compte-rendu de l'excursion du 27 septembre, du Beausset au Castellet et à la Cadière, 1057. = Observations, 1087.

Trébizonde. Sur les roches à leucite de — (Asie-Mineure), par M. Lacroix, CVIII et 732.

Trept (Isère). Note sur le gisement argovien de —, par M. A. de Riaz, XXIII et 170.

Trizygia. Sur la valeur du genre —, par R. Zeiller, XCIV et 673.

Tunisie. Observation sur la faune crétacée de —, par M. Douvillé, XVIII. = Lettre sur le Kimméridgien de —, par M. le Mesle, XXXIII. = Gisements de phosphate de chaux des hauts plateaux de la —, par M. Ph. Thomas, LIV et 370. = Note sur la géologie de l'extrême sud de la —, par M. A. Aubert,

LV et 408. = Recherches sur quelques roches ophitiques du sud de la —, par M. Ph. Thomas, LXX et 430. = Note sur l'Eocène de —, par M. Aubert, LXXVI et 483. = Note sur l'étage miocène du sud-est de l'Algérie et de la —, et sur la valeur stratigraphique de l'*O. terea crassissima* Lamk, par M. Ph. Thomas, CXI. = Sur le Jurassique de la —, par M. le Mesle, CXL.

Turben (Var). Excursion à —, par M. M. Bertrand, 1116.

U

Urgo-aptien. Observations sur les couches fluviolacustres à Lychnus et l'— d'Orgon, par M. Pellat, 1203.

V

Val d'Aren (Var). Excursion au —, par M. M. Bertrand, 1062.

VAN DEN BROECK. Sur les oscillations du sol de la France, XLI.

Var. Sur le Bajocien du —, par M. Kilian, 1175.

VÉLAIN (Ch.). Sur les sables diamantifères dans la Laponie russe, XXXII. = Présentation d'ouvrages, CXXXVII.

Vernajoul. Note sur le Cénomanién de — et l'Aptien de Laborie, par M. Roussel, XXVII et 202.

VIGUIER. Sur le Pliocène des environs de Montpellier et sur un gisement de plantes fossiles de cet horizon, XIII.

W

WELSCH (J.). Le Miocène dans les environs de Tiaret, département d'Oran, Algérie, LXI et 414. = Sur les terrains quaternaires des environs de Tiaret, département d'Oran, Algérie, CXII et 766.

Z

ZEILLER (R.). La géologie et la paléontologie du bassin houiller du Gard, de M. Grand'Eury, XCI et 679. = Présentation de brochures, XCII et 690. = Sur la valeur du genre *Trizygia*, XCIV et 673. = Présentation d'un ouvrage de M. Szajnocha, CXX et 901. = Observation, CXX.

ZÜRCHER. Compte-rendu de la course du 4 octobre, 1162. = Compte-rendu de la course du 6 octobre, 1171. = Note sur les zones de plissements de Salernes et d'Aups, 1178. = Voir COLLOT et ZÜRCHER.

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU,
ET DES SYNONYMES INDIQUÉS DANS CE VOLUME. (1)

- Acanthophyllites Nicolai* Grand'Eury, p. 687.
- Actinocamax Alfridi* Ch. Janet, nov. sp., p. 720; Pl. XIV, fig. 5.
- » *Grossouvrei* Ch. Janet, nov. sp., p. 716; Pl. XIV, fig. 1-3.
- » *Toucasii* Ch. Janet, nov. sp., p. 719; Pl. XIV, fig. 4.
- Adapisorex* Lem., nov. gen., p. 277; Pl. X, fig. 33-47.
- » sp., p. 277; Pl. X, fig. 33-37.
- » *Chevillionii* Lem., nov. sp., p. 277; Pl. X, fig. 39.
- » *Gaudryi* Lem., nov. sp., p. 277; Pl. X, fig. 40.
- » *remensis* Lem., nov. sp., p. 277; Pl. X, fig. 38.
- Adapisoriculus minimus* Lem., nov. sp., p. 277; Pl. X, fig. 41.
- » *Oshornii* Lem., nov. sp., p. 278; Pl. X, fig. 42-47.
- Ammonites Devauxi* de Grossouvre, nov. sp., p. 261; Pl. IX, fig. 6. *Syn.*: Am. cf. Brongniartii Uhlig, (Ueber die Fauna des rothen Kell.
- » *mirabilis* de Grossouvre, nov. sp., p. 258; Pl. IX, fig. 4 et 5.
- » *multiformis* de Grossouvre, nov. sp., p. 260; Pl. IX, fig. 1.
- » *Petitclerci* de Grossouvre, nov. sp., p. 259; Pl. IX, fig. 2 et 3.
- Arctocyon* sp., p. 272; Pl. X, fig. 11-19.
- » *Deuillei* Lem., nov. sp., p. 272; Pl. X., fig. 22-24.
- » *Gervaisii* Lem., nov. sp., p. 272; Pl. X, fig. 20-21.
- Arctocyonides* Lem., nov. gen., p. 275; Pl. X, fig. 25-29.
- Biradiolites cornupastoris* des Jeannots, p. 671, fig. 2.
- Calamus Beccarii* Squin., nov. sp., p. 780; Pl. XVI, fig. 6 et 7.
- Chrysodium strictum* Squin., nov. sp., p. 772; Pl. XVII, fig. 3.
- Conaspidotherium* Lem., n. gen., p. 275; Pl. X, fig. 30.
- » *Ameghinoi* Lem., n. sp., p. 275; Pl. X, fig. 30.
- Ctenocrinus* sp., p. 835, fig. 1; Pl. XVIII, fig. 1, 1a et 1b.
- Cyperus Zeilleri* Squin., n. sp., p. 774; Pl. XVI, fig. 3.
- Decticadapis* Lem., nov. gen., p. 289; Pl. XI, fig. 146, 147.
- » *sciuroides* Lem., nov. sp., Pl. XI, fig. 146, 147.
- Diamenocrinus Jouani* Oehl., nov. sp., p. 837, fig. 2; Pl. XVIII, fig. 2, 2', 3 et 4.
- Dissacus europæus* Lem., nov. sp., p. 271; Pl. X, fig. 2.
- Echinocorys Douvillei* Seunes 1888, p. 25, Pl. II, fig. 1^a, b. — *Synon.*: *Echinocorys Douvillei* Seunes 1888 (*B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVI, p. 787); non *Ananchytes Heberti* Hébert 1888, (*B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVI, p. 739, ligne 11).
- » *Heberti* Seunes 1888, p. 26; fig. 3, p. 27; Pl. III, fig. 3, et Pl. IV, fig. 2. — *Synon.*: *Echinocorys gibba* Noguès, 1861 (*B. S. G. F.*, 2^e série, t. XVIII, p. 548); non *Echinocorys Beaumonti* Bayan (Vénétié), collection de l'École des

(1) Les noms en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

- Mines; Ananchytes Beaumonti Hébert 1880 (*C.-R. Ac.Sc.*, t. XCI, 89^{bre} 1880).
- Echinocyamus* Van Phelsum, 1774. — Sur le genre —, p. 749.
- Flabellaria mediterranea* Squin., nov. sp., p. 777; Pl. XVI, fig. 1-2.
- Geonoma italica* Squin., nov. sp., p. 781; Pl. XVII, fig. 1.
- Hippurites bioculatus* Lamk., p. 550, fig. 14.
- » *cananiculatus* Rolland du Roquan, p. 542.
- » *Castroi* Vidal, p. 551.
- » *corbaricus* Douvillé, p. 530.
- » *cornuaccinum* Braun, p. 536.
- » cf. *cuculliferus* Math., p. 542.
- » *dilatatus* Defr., p. 547, fig. 12.
- » *floridus* Math., p. 548, fig. 13.
- cf. *floridus* Math., p. 548.
- » *galloprovincialis* Math., p. 530.
- » *giganteus* d'Hombres Firmas, p. 533, fig. 4.
- » *inferus* Douvillé, p. 534, fig. 5.
- » *Moulinsi* d'Hombres Firmas, p. 531, fig. 2.
- » *organisans* Montfort, p. 540, fig. 8.
- » *petrocoriensis* Douvillé, p. 529, fig. 1.
- » *radiosus* Des Moulins, p. 543.
- » *striatus* Defr., p. 542.
- » *socialis* Douvillé, p. 544, fig. 9.
- » *sublævis* Math., (= *H. intermedius* Math.), p. 549.
- » *sulcatus* Defr. : (non *sulcatus* d'Orb.), p. 540.
- » *Toucas* d'Orb., p. 538, fig. 7.
- » cf. *variabilis* Mun.-Ch., p. 539.
- » *Zitteli* Mun.-Ch., p. 535, fig. 6.
- » (A) Toucas, nov. sp., p. 539.
- » (B) Toucas, nov. sp., p. 543.
- » (C) Toucas, nov. sp., p. 545, fig. 11.
- » (D) Toucas, nov. sp., p. 532, fig. 3.
- » sp., p. 544, fig. 10.
- Hyænodictis* Lem., nov. gen., p. 271, Pl. X, fig. 3-5.
- » *Filholii* Lem., nov. sp., p. 272, Pl. X, fig. 4.
- » *Gaudryi* Lem., nov. sp., p. 271; Pl. X, fig. 3 et 5.
- Hyracotheryus* Lem., nov. gen., p. 286; Pl. XI, fig. 121.
- Isselia* Squin., nov. gen., p. 779.
- » *primæva* Squin., nov. sp., p. 779; Pl. XVI, fig. 5.
- Jeronia pyrenaica* Seunes 1888, p. 29; fig. 4 et 5, p. 29; Pl. III, fig. 1 et 2. (Seunes, *B. S. G. F.* 3^e série, t. XVI, p. 810; Pl. XXX, fig. 1a, b, c, d).
- Lima ovata* Römer, 1105.
- Lophiodochærus* Lem., nov. gen., p. 287; Pl. XI, fig. 128-130.
- » *Peroni* Lem., nov. sp., p. 287; Pl. XI, fig. 128, 130.
- Lophiodon* Cuv., p. 286; Pl. XI, fig. 122-127.
- Micraster aturicus* Hébert 1880, p. 30; Pl. IV, fig. 1, et Pl. V, fig. 1a, b, c, d, e. — *Syn*: *Micraster brevis* Noguès 1861, (*B. S. G. F.*, 2^e série, t. XVIII, p. 548); *Micraster aturicus* Hébert 1880, (*C. R. Ac. Sc.*, t. XCI, 8 nov. 1890).
- Neectenacodon* Lem., nov. gen., p. 289; Pl. XI, fig. 153.
- » *Marshii* Lem., nov. sp., p. 289; Pl. XI, fig. 153.
- Neoplagiaulax* Lem., nov. gen., p. 289; Pl. XI, fig. 151, 152, 154-160.
- » *Copei* Lem., nov. sp., p. 290; Pl. XI, fig. 160.
- » *eocænus* Lem., nov. sp., p. 290; Pl. XI, fig. 151, 159.
- Orthaspidotherium* Lem., nov. gen., p. 284; Pl. XI, fig. 95-108.
- » *Edwardsii* Lem., nov. sp., p. 284; Pl. XI, fig. 95-108.
- Ostrea aculirostris* d'Orb., 1106.
- Ostrea Matheroni* d'Orb., 1104.

- Pachynolophus* (*Propachynolophus*)
Gaudryi Lem., n. sp., p. 285; Pl. XI, fig. 109-116.
- » *Maldani* Lem., nov. sp., p. 285; Pl. XI, fig. 117, 118.
- » (*Orotherium*)*remensis*, p. 286; Pl. XI, fig. 119, 120.
- Pandanus Etlingshauseni* Squin., nov. sp., p. 776; Pl. XVI, fig. 4.
- Perrandoa* Squin., nov. gen., p. 778.
- » *protogæa* Squin., nov. sp., p. 778; Pl. XVII, fig. 2.
- Plesiadapis* sp., p. 278; Pl. X, fig. 50, 52, 54, 55, 57-61, 69, 70.
- » *Daubrei* Lem., nov. sp., p. 280; Pl. X, fig. 49, 51, 53, 56, 62, 63, 68.
- » *Gervaisii* Lem., nov. sp., p. 280; Pl. X, fig. 65.
- » *remensis* Lem., nov. sp., p. 280; Pl. X, fig. 64.
- » *Trouessartii* Lem., nov. sp., p. 280; Pl. X, fig. 66 et 67.
- Plesiesthonyx* Lem., nov. gen., p. 276; Pl. X, fig. 31 et 32.
- » *Munieri* Lem., nov. sp., p. 276; Pl. X, fig. 31 et 32.
- Pleuraspidotherium* Lem., nov. gen., p. 281; Pl. XI, fig. 79-94.
- » *Aumonieri* Lem., nov. sp., p. 284; Pl. XI, fig. 90ⁱ.
- » *remense* Lem., nov. sp., p. 284; Pl. XI, fig. 89.
- Procynictis* Lem., nov. gen., p. 270; Pl. X, fig. 1.
- » *remensis* Lem., nov. sp., p. 270; Pl. X, fig. 1.
- Protoadapis* Lem., nov. gen., p. 281, Pl. X, fig. 71-78.
- » *curvicuspiciens* Lem., n. sp., p. 281; Pl. X, fig. 76-77.
- » *recticuspiciens* Lem., n. sp., p. 281; Pl. X, fig. 78.
- » sp.; Pl. X, fig. 71-75.
- Protodichobune* Lem., n. gen., p. 287; Pl. XI, fig. 132-143.
- » *Lydekkeri* Lem., n. sp., p. 288; Pl. XI, fig. 133, 134.
- » *Owenii* Lem., nov. sp., p. 288; Pl. XI, fig. 132.
- Protoproviverra* Lem., nov. gen., p. 272; Pl. X, fig. 10.
- » *Pomelii* Lem., n. sp., p. 272; Pl. X, fig. 10.
- Rhacophyllites lunense* De Stef., p. 231.
- Sauvagesia* Bayle, caractères internes, p. 669.
- » *Sharpei* d'Alcantara, p. 670, fig. 1.
- Scapellum Fischeri* L. Bertrand, nov. sp., p. 697; Pl. XIII, fig. 9-11.
- » *recurvatum* L. Bertrand, nov. sp., p. 694; fig. 1 et 2; Pl. XIII, fig. 1-8.
- » *comer* L. Bertrand, nov. sp., p. 697; Pl. XIII, fig. 12-13.
- Sphenophyllum*, p. 685.
- Spyridiocrinus* Oehl., n. gen., p. 220.
- » *Cheuxi* Oehl, nov. sp., p. 220; fig. 1 et 2, p. 221, et fig. 3, p. 224; Pl. VII et VIII.
- Slegaster Chalmasi* Seunes 1890, p. 23; fig. 1 et 2, p. 24; Pl. I, fig. 1a,b,c,d,e.
- Terebratella Boisellieri* De Grossouvre, nov. sp., p. 257; Pl. IX, fig. 7 et 8.
- Terebratula (Glossothyris) Chartroni* de Grossouvre, nov. sp., p. 255; Pl. IX, fig. 9-11.
- Tholaster* Seunes, 1890, p. 23. = *Gibbaster* Seunes 1889, non *Gibbaster* Gauthier 1887.
- » *Munieri* Seunes, 1890, p. 23. = *Gibbaster* *Munieri* Seunes, 1889 (*B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVII, p. 819, Pl. XXVII, fig. 1).
- Tissotia Tissoti* Bayle sp., p. 499; fig. 1, p. 501 et fig. 2, p. 502. — *Syn.*: *Buchiceras* Tissoti Bayle.
- » *Ewaldi*, p. 502, fig. 3.
- Triscupioidon* Lem., nov. gen., p. 272, Pl. X, fig. 6-9.
- » *Rutimeyeri* Lem., nov. sp., p. 272, Pl. X, fig. 6-9.
- Trizygia*. — (Sur la valeur du genre—), p. 673.

FIN DE LA TABLE DES GENRES ET DES
 ESPÈCES.

LISTE DES FIGURES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

	Pages.
Note de M. SEUNES, p. 23 :	
Fig. 1. — Section verticale du <i>Stegaster Chalmasi</i> Seunes.....	24
2. — » <i>Stegaster altus</i> Seunes.....	24
3. — Appareil apical d' <i>Echinocorys Heberti</i>	27
4 et 5. — » de deux exemplaires de <i>Jeronia pyrenaica</i>	29
Note de M. COLLOT, p. 39 :	
Fig. 1. — Coupe relevée dans les ravins à l'ouest de Puyloubier.....	45
2. — Coupe de Trets au Moulin-Blanc (Saint-Zacharie).....	51
3. — Coupe de l'Olympe, par Pourcieux	52
4. — Coupe N.-S. par le sommet 795 ^m sur Mimet	53
5. — Coupe des couches de la Bégude, près de Fuveau	63
6. — Coupe N.-S. par Ventabren	66
7. — Coupe schématique à travers la Basse-Provence, montrant l'extension relative des étages crétacés.....	86
Note de M. BEAUGEY, p. 93 :	
Fig. 1. — Coupe du col d'Aubisque à Ar-Sourins.....	94
2. — Coupe du col de Tortes au col d'Uziou	94
3. — Coupe relevée dans la vallée d'Estaing	95
4. — Coupe relevée à 800 ^m au nord de Caunterets (route de Pierrefitte) ..	96
5. — Coupe transversale du vallon de Labas.	97
Note de l'abbé H. LÉVEILLÉ, p. 99 :	
Fig. 1. — Carte géologique de la région de Pondichéry.....	110
Note de MM. DE LAUNAY et MARTEL, p. 142 :	
Fig. 1. -- Coupe verticale et plan intérieur de l'aven de Tabourel (Aveyron).	147
2. — Coupe verticale de la grotte des Baumes-Chaudes.....	148
3. — Coupe transversale de la grande galerie de Padirac.....	149
4. — id. du tunnel de Padirac.....	150
5. — Coupe longitudinale d'une entrée de grotte (le Réveillon).....	150
6. — Plan d'une portion de la rivière souterraine de Padirac.....	151
7. — Coupe verticale théorique du puits et de la galerie de Padirac....	153
8. — Section longitudinale et plan de deux gours sur la rivière de Padirac	153

9. — Vue perspective d'une carrière de marbre dévonien à Rochefort, montrant les dislocations des strates.	157
10. — Coupe verticale de l'entrée de la perte de la Lhomme à Rochefort	157
11. — Perte de la Lhomme à Rochefort.	158
12. — Coupe N.E.-S.O. passant par les grottes de Rochefort et de Han..	158
13. — Coupe N.-O.-S.E. perpendiculaire à la vallée de la Lhomme.	159
14. — Coupe verticale en long (théorique) de la grotte du Pré au Tonneau.	160
15. — Plan théorique de la grotte du Pré au Tonneau.	160
16. — Coupe de la salle du Trophée à Han.	161
17. — Coupe E.-O. de la salle du Dôme à Han.	162
18. — Coupe de deux salles de la grotte de Han.	162

Note de M. J. ROUSSEL, p. 184 :

Fig. 1 et 2. — Crétacé du Bézu.	186
3. — Coupe prise entre Tricoire et les Sabouraux.	187
4. — Coupe prise au pied du pic de Bugarach.	188
5. — Coupe du pic de Bugarach.	192
6. — Coupe de la Source salée.	194
7. — Coupe du col de Redoulade.	197

Note de M. CAZIOT, p. 205 :

Fig. 1. — Bassin pliocène de Théziers-Roquemaure (coupe théorique).	205
2. — Coupe N.-S. dans les bois des environs immédiats de Chusclan.	208
3. — Falaise néocomienne.	209
4. — Coupe hypothétique de l'étang de Pujaut.	211
5. — Coupe prise aux environs de Saint-Geniez de Comolas.	212
6. — Coupe prise près de Saint-Laurent-les-Arbres.	214
7. — Coupe du ravin du Balazet.	215
8. — Coupe hypothétique de la formation cendreuse.	217
9. — Coupe au N.-E. du Pont-de-Nizon.	218

Note de M. OEBLERT, p. 220 :

Fig. 1 et 2. — <i>Spyridiocrinus</i> ..	221
3. — <i>Polypettes</i> ..	223

Note de M. ROLLAND, p. 237 :

Fig. 1. — Essai d'une carte géologique du Sahara.	238
--	-----

Note de MM. JANET et CUÉNOT, p. 295 :

Fig. 1. — <i>Arbacia punctulata</i> Des Moulins. Exemple présentant deux basales avec pores génitaux doubles. Appareil apical vu par la face externe.	295
2. — Le même. Appareil apical vu par la face interne.	296
3. — Le même. Madréporite et interradius correspondant, montrant l'extension des pores madréporiques.	296
4. — <i>Cidaris perornata</i> Forbes. Basale présentant deux pores génitaux, face externe.	297
5. — Même pièce, face interne.	297

6. — <i>Cidaris sceptrifera</i> Mantell. Basale présentant deux pores génitaux, face externe	297
7. — Même pièce, face interne	297
8. — <i>Cidaris sceptrifera</i> Mantell. Basale présentant deux pores génitaux fusionnés, et la voisine un pore unique normal, face externe...	297
9. — Mêmes pièces. Face interne	297
10. — Schéma de l'appareil apical chez un jeune Oursin.....	301
11. — Id. une jeune Astérie.....	302

Note de M. DAUBRÉE, p. 313 :

Fig. 1. — Eprouvette employée pour étudier les actions exercées sur les roches par les gaz explosifs.....	314
2. — Perforation produite dans un cylindre de calcaire.....	316
3. — Erosion d'un cylindre de granite	317
4. — id.	318
5, 6, 7 et 8. — Perforation dans un cylindre de granite.	319
9. — Perforation dans une rondelle de granite	320
10. — Cylindre de cristal de roche perforé.....	320
11 et 12. — Stries gravées dans un cylindre de gypse.....	322
13 et 14. — Stries dans un cylindre de calcaire siliceux.....	322
15. — Clapet de bronze présentant des érosions, des stries et des coupures produites par la vapeur d'eau	334
16. — Appareil pour recueillir les poussières provenant de l'érosion....	334
17. — id.	335
18. — Poussière de granite.....	335
19. — Cylindre de granite broyé, puis en partie régénéré.....	339
20 et 21. — Surfaces d'éclatement de cristal	351
22. — Coupe de la météorite de Pulstuck.....	352
23. — id.	353

Note de M. Ph. THOMAS, p. 370 :

Fig. 1. — Vue du Djebel Guelaat-es-Snam, prise du N.-E.....	374
2. — id. Dir-el-Kef, prise du Sud.....	374
3. — Coupe prise à l'oued Metlaoni, chaîne S.-O. de Gafsa (d'après M. Mercier).....	379
4. — Coupe prise dans le Khanguet Jellabia (id.)	382
5. — Coupe du Djebel Schib, versant sud (id.).....	383
6. — Coupe prise sur la rive droite de l'Oued-el-Aaachen	387

Note de M. J. WELSCH, p. 414 :

Fig. 1. — Coupe du terrain miocène de Tiaret.....	415
2. — Coupe par le Djebel Seflalou	417

Note de M. Ph. THOMAS, p. 430 :

Fig. 1. — Coupe du Rang-el-Melah, près Djelfa (Alger). D'après L. Ville.....	433
2. — Coupe de Kef Zebbès et de la base nord du djebel Chambi.....	446
3. — Coupe du Djebel Aoufia (massif de Chérichira).....	452
4. — Coupe du Khanguet-el-Amor au Chott Fedjedj (Cherb oriental), d'après M. Pomel.....	461
5. — Coupe du Djebel Adifa (chaîne du Cherb).....	462

Note de M. L. CAREZ, p. 480 :

Fig. 1. — Coupe de Lauzadel à la Source de la Sals.....	481
---	-----

Note de M. DOUVILLÉ, p. 499 :

Fig. 1. — Echantillon type de <i>Tissotia Tissoti</i> , vu de profil.....	501
2. — Cloisons de <i>Tissotia Tissoti</i> et de <i>Tissotia Ewaldi</i>	502

Note de M. A. TOUCAS, p. 506 :

Fig. 1. — Section d'un <i>Hippurites petrocoriensis</i> des calcaires angoumiens de Bugarach (Aude).....	529
2. — Section d'un <i>Hippurites Moulinsi</i> de la base du Campanien inférieur de La Cadière (Var).....	531
3. — Section de l' <i>Hippurites</i> (D), sp. nov. du Campanien inférieur de la Cadière (Var).....	532
4. — Section d'un <i>Hippurites giganteus</i> du Santonien inférieur de la Montagne de Caomé, près Toulon (Var).....	533
5. — Section d'un <i>Hippurites inferus</i> de l'Angoumien de Bugarach (Aude).....	534
6. — Section d'un <i>Hippurites Zitteli</i> du Santonien inférieur du Val d'Aren, près du Beausset (Var).....	535
7. — Section d'un <i>Hippurites Toucasi</i> du Campanien inférieur de la Cadière (Var).....	538
8. — Section d'un <i>Hippurites organisans</i> du Campanien inférieur de la Montagne des Cornes (Aude).....	540
9. — Section d'un <i>Hippurites socialis</i> du Campanien inférieur du Beausset (Var).....	541
10. — Section d'un <i>Hippurites</i> du Campanien supérieur du Moutin, près de la Cadière (Var).....	544
11. — Section d'un <i>Hippurites</i> (C) sp. nov. du Campanien inférieur du Beausset (Var).....	545
12. — Section d'un <i>Hippurites dilatatus</i> du Campanien inférieur de la Montagne des Cornes (Aude).....	547
13. — Section d'un <i>Hippurites floridus</i> du Campanien inférieur de la Cadière (Var).....	548
14. — Section d'un <i>Hippurites bioculatus</i> du Campanien inférieur de la Montagne des Cornes (Aude).....	550

Note de M. COLLOT, p. 553 :

Fig. 1. — Coupe des environs de Moustiers.....	554
--	-----

Note de M. E. FICHEUR, p. 556 :

Fig. 1. — Coupe menée par le flanc N. O. du Grand Pic de l'Ouarsenis.....	558
2. — Coupe relevée sur le contrefort O.N.O. du Grand Pic.....	558

Note de M. KILIAN, p. 571 :

Fig. 1. — Coupe relevée dans la haute vallée de l'Ubaye, en face de Combe-Bremond.....	573
2. — Coupe relevée sur la rive droite de l'Ubaye.....	573

3. — Coupe théorique du Lac du Paroird à la source de l'Ubaye.....	575
4. — Coupe relevée à l'ouest du village de l'Argentière (Hautes-Alpes).	582
5. — Coupe du vallon de la Ponsonnière, à peu de distance des Mottes.	583
6. — Coupe du Mont Thabor.....	587
8. — Coupe destinée à faire comprendre la disposition mécanique des quartzites et des carneules entre les dolomies triasiques et leur substratum.....	589
9. — Coupe transversale du massif de Varbuche (Savoie).....	591
10. — Coupe du Trias, S.-O. du Col de la Vallée-Etroite.....	592
11. — Coupe prise à l'entrée E. du tunnel du Télégraphe (Savoie).....	606
12. — Carte des environs de Saint-Jean-de-Belleville.....	608
13. — Carte des environs de Saint-Martin-d'Arc.....	610
14. — Succession près de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes).....	617
15. — Coupe relevée entre Vallouise et le Col de Vallouise (col de l'Eychauda).....	623
16. — Coupe relevée en amont de Serenne (Basse-Alpes), sur la rive droite de l'Ubaye, près du Castellet.....	628
17. — Discordance angulaire du Nummulitique sur le Sénonien au col de la Pierre, près de Seyne (Basses-Alpes).....	630
17bis. — Coupe prise au N. du col de la Pierre.....	631
18. — Coupe prise au S.-E. de la Cabane de Varbuche (Savoie).....	634
19. — Coupe relevée dans le massif de Varbuche (Savoie).	635
20. — Profil théorique destiné à faire comprendre le mécanisme qui a donné lieu à la « Faille de Saint-Michel » (pli-faille inverse) ...	637

Note de M. DOUVILLÉ, p. 669 :

Fig. 1. — <i>Sauvagesia Sharpei</i> , d'Alcantara (section).....	670
2. — <i>Biradiolites cornupastoris</i> , des Jeannots (section).....	671

Note de M. L. BERTRAND, p. 693 :

Fig. 1. — <i>Scalpellum recurvatum</i> (carina).....	695
2. — Id. (reconstitution théorique).....	696

Note de M. L. CAREZ, p. 702 :

Fig. 1. — Carte géologique de la vallée du Bézu.....	703
--	-----

Note de M. J. ROUSSEL, p. 712 :

Fig. 1-6. — Terrains primaires de Mérens.....	714
7. — Formation du pli anticlinal.....	715

Note de M. Ch. JANET, p. 716 :

Fig. 1. — <i>Actinocamax Toucasi</i> Ch. Janet (section).....	719
2 et 3. — <i>Actinocamax Grossouvrei</i> Ch. Janet (section).....	719
4. — <i>Actinocamax Alfridi</i> Ch. Janet (section).....	720

Note de M. A. LACROIX, p. 732 :

Fig. 1 et 2. — Sections de christianite.....	736
--	-----

Note de M. COLLOT, p. 756 :

Fig. 1. — Coupe d'Orgon à Eygalières..... 757

Note de M. CARALP, p. 762 :

Fig. 1. — Coupe de la montagne de Cazaril à la serre d'Autenac..... 763

Note de M. J. WELSCH, p. 766 :

Fig. 1. — Coupe de la vallée du Tiguiguest..... 766

Note de MM. DOUVILLÉ et RIGAU, p. 819 :

Fig. 1. — Coupe du Gris-Nez, suivant la direction N.N.E..... 822

2. — Coupe de la falaise à l'E. du cap, suivant la direction N.N.E..... 822

3. — Coupe du chemin de Floringzelle au Châtelet..... 822

4. — Coupe N.N.E., passant par la Sablière entre Moscou et Belledalle. 822

Note de M. D.-P. OEHLERT, p. 834 :

Fig 1. — *Ctenocrinus* sp..... 835

2. — *Diamenocrinus Jouani* n. sp..... 837

3 et 4. — Crinoïdes (figures schématiques)..... 850

5. — Crinoïdes (implantation des cirrhes)..... 851

Note de M. DE MERCEY, p. 855 :

Fig. 1 à 5. — Gîtes de phosphate de chaux 868

6. — Id. id. 869

7. — Coupe du gîte de Ribemont..... 870

Note de M. G. DOLLFUS, p. 883 :

Fig. 1. — Coupe à Occonville..... 886

2. — Coupe de Mevoisins au plateau de Gas. 892

3 — Coupe d'Harleville au bois du Luteau..... 892

4. — Coupe à Epernon 892

5. — Coupe dans la forêt de Rouvray..... 896

6. — Coupe à Emalleville..... 897

Note de M. STUART-MENTEATH, p. 917.

Fig. 1. — Trias en discordance sur le Dévonien à mi-chemin entre Arrive et Garralda..... 919

Note de M. DAUBRÉE, p. 933 :

Fig. 1. — Eruption d'une pile de disques métalliques sous l'action expansive de gaz..... 934

2. — Eruption d'une pile de disques métalliques, associés à des disques rocheux, sous l'action expansive de gaz, etc..... 934

Note de M. RAMOND, p. 953 :

Fig. 1. — Coupe de la fosse du drain du réservoir de Saint-Cloud..... 961

Note de M. BOULE, p. 966 :

Fig. 1. — Coupe à Pavillon, d'après M. Fouqué.....	972
--	-----

Note de MM. RAMOND et DOLLFUS, p. 978 :

Fig. 1. — Coupe de la vallée de la Seine, en amont de Mantes.....	979
2. — Détail dans la tranchée de Limay.....	981
3. — Tranchée de la Source (Mézy).....	982
4. — Détail sur un pont, à Thun (Meulan).....	985
5. — Carrière de Thun (Meulan).....	986
6. — Tranchée du Vieux-Château (Triel).....	993
7. — Plaine de Chanteloup.....	995
8. — Puits naturel près de la Station d'Andrésy.....	997
9. — Vue de la Carrière à Moreau (Andrésy).....	998
10. — Falaise de Fin d'Oise (Conflans Sainte-Honorine).....	1003
11. — Tranchée du Gibet id.....	1005
12. — Tranchée des Tartrogons (Herblay).....	1009
13. — Coupe de la carrière à plâtre de la Butte de la Tuile (Montigny- lès-Cormeilles).....	1011
14. — Coupe longitudinale de la tranchée de Cormeilles-en-Parisis.....	1013

Notes de M. M. BERTRAND :

Fig. 1 et 3. — Coupes schématiques des épaisseurs et faciès des étages turo- nien, cénomannien, aptien dans le bassin du Beausset.....	1053
4. — Schéma montrant les variations des niveaux hippuritiques entre Sainte-Anne et le télégraphe de la Cadière.....	1066
5. — Coupe du Gros-Cerveau au Canadeau.....	1069
6. — Coupe du chemin du Canadeau au Beausset, avec vue des collines qui le bordent à l'ouest.....	1070
7. — Coupe longitudinale du ravin du Rouve.....	1074
8 et 9. — Vue du bord est de l'ilot triasique.....	1076
10. — Couches de l'ancien télégraphe de la Cadière.....	1078
11. — Coupe du talus crétacé au sud du télégraphe de la Cadière.....	1080
12. — Coupe du chemin de Maren.....	1082
13 et 14. — Coupes du coteau de la Mame à l'ouest du Canadeau.....	1097

Notes de MM. COLLOT et ZÜRCHER, p. 1124 :

Fig. 15 et 16. — Coupes prises près du ruisseau de Latail.....	1126
17. — Coupe par la hauteur au dessus de la ferme Saint-Christophe...	1129

Note de M. M. BERTRAND, p. 1132 :

Fig. 18. — Coupe du bassin de Chibron.....	1132
19. — Coupe entre Signes et Méounes.....	1133

Note de M. COLLOT, p. 1134 :

Fig. 20. — Coupe par Saint-Savournin.....	1137
21. — Coupe prise à 200 mètres au S.-E. de Codolive.....	1138
22. — Coupe prise à environ 600 mètres au S.-E. de Codolive.....	1139

30. — Coupe de la galerie du Terme.....	1140
23. — Coupe passant par la pointe occidentale de Sainte-Victoire et les Aliberts.....	1142
24. — Coupe par le milieu de la crête de Sainte-Victoire, Vauvenargues et le Sambuc.....	1143
25. — Coupe de la montagne de Lingouste un peu à l'est du sommet..	1144
27. — Coupe sous l'oratoire de Saint-Marc, près Rians.....	1145
26. — Coupe par les Bellons, le Signal d'Artigues, la Blaque.....	1147
28. — Coupe entre Esparron de Palières et Saint-Martin.....	1148
29. — Coupe à l'ouest des Bellons.	1150
Note de M. KILIAN, p. 1152 :	
Fig. 31. — Coupe des Aiguilles de la Grande-Moënda au col du Bonnet-du-Prêtre.....	1159
Note de M. ZÜRCHER, p. 1162 :	
Fig. 32. — Coupe de la hauteur du moulin du Paradou ...	1163
33. — Coupe par le sommet du Candelon.....	1164
34. — Coupe de la partie inférieure du grand ravin de Candelon.....	1165
35. — Carte des plis des régions plissées de Salernes et d'Aups... ..	1199
Note de M. PELLAT, p. 1208 :	
Fig. 36. — Carte des environs des Baux.....	1209

FIN DE LA LISTE DES FIGURES.

LISTE DES PLANCHES

- J. SEUNES. Pl. I. — Fig. 1, *Stegaster Chalmasi* Seunes : 1a, face supérieure; 1b, face inférieure; 1c, vue de côté; 1d, face antérieure; 1e, face postérieure.
- Pl. II. — Fig. 1, *Echinocorys Douvillei* Seunes : 1a, face supérieure; 1b, vue de côté.
- Pl. III. — Fig. 1 et 2, *Jeronia Pyrenaica* Seunes : 1, face supérieure; 2, autre exemplaire vu de côté. — Fig. 3, *Echinocorys Heberti* Seunes, face supérieure.
- Pl. IV. — Fig. 1, *Micraster aturicus* Hébert (échantillon d'Angoumé), vu de face. — Fig. 2, *Echinocorys Heberti* Seunes, vue de côté.
- Pl. V. — Fig. 1, *Micraster aturicus* Hébert (échantillon de Tercis) : 1a, face supérieure; 1b, face inférieure; 1c, vue de côté; 1d, vue de la face postérieure; 1e, appareil apical grossi.
- COLLOT. Pl. VI. — Carte de l'extension approximative des étages crétacés dans la Basse-Provence.
- OEHLERT. Pl. VII. — *Spyridiocrinus Cheuxi* Oehl. — Les Fourneaux, près Angers, gr. nat.
- Pl. VIII. — *Spyridiocrinus Cheuxi* Oehl. — Fig. 1, Calice un peu comprimé, gr. nat.; 2, le même, vu de l'autre côté; 3, partie basilaire du même; 4, base d'un autre individu; 5, développement schématique des plaques calicinales.
- DE GROSSOUVRE. Pl. IX. — Fig. 1, *Ammonites multiformis* nov. sp., du Callovien supérieur à *Am. athleta* de Montreuil-Bellay. — Fig. 2, *Am. Petitclerci* nov. sp., échantillon type, de l'Oxfordien inférieur des Pâtés, près Esprels (Haute-Saône). — Fig. 3, *Am. Petitclerci* nov. sp., échantillon jeune de l'Oxfordien inférieur d'Authoison. — Fig. 4, *Am. mirabilis* nov. sp.; échantillon type du Callovien moyen des environs de Luçon (Vendée). — Fig. 5, *Am. mirabilis*; fragment d'un exemplaire de plus grande taille, du même gisement que le précédent. — Fig. 6, *Am. Devauxi* nov. sp.; échantillon type du Callovien de Montreuil-Bellay. — Fig. 7, *Terebratella Boissellieri* nov. sp.; échantillon type du Callovien de Velluire. — Fig. 8, *Terebratella Boissellieri*; variété large du même

- gisement. Fig. 9, *Terebratula (Glossothyris) Chartroni* nov. sp.; échantillon type du Callovien de Velluire. — Fig. 10, *Terebratula (Glossothyris) Chartroni*; variété large, du même gisement, à bord frontal très large et à plis très accentués de la commissure frontale. Fig. 11, *Terebratula (Glossothyris) Chartroni*; variété large, du même gisement à commissure frontale peu sinueuse.
- LEMOINE. Pl. X. — Fig. 1-78, Dents des Mammifères fossiles des environs de Reims (Voir le texte).
- Ph. THOMAS. Pl. XI. — Fig. 79-160. Id.
- Pl. XII. — Fig. 1, Profil en travers du djebel Tseldja. — Fig. 2, Coupe en travers de la chaîne occidentale de Gafsa. — Fig. 3, Coupe du Foum Tseldja (bouche de l'oued Tseldja). — Fig. 4, Coupe du Kef Tseldja et de l'entrée nord du Khan-guet. — Fig. 5, Coupe transversale du versant occidental de la chaîne du Nasser-Allah. — Fig. 6, Coupe prise au sud-est du djebel Guelaates-Snam.
- L. BERTRAND. Pl. XIII. — Fig. 1-8, *Scalpellum recurvatum* nov. sp.; 1-3, carina; 4, tergum gauche; 5-6, scutum gauche; 7, rostrum; 8, supérolatérale gauche. — Fig. 9-11, *Scalpellum Fischeri* nov. sp.; carina. — Fig. 12-13, *Scalpellum vomer* nov. sp.; carina.
- Ch. JANET. Pl. XIV. — Fig. 1, *Actinocomax Grossouvrei* Ch. Janet; individu âgé. — Fig. 2, *Actinocomax Grossouvrei*; individu plus jeune que le précédent. — Fig. 3, *Actinocomax Grossouvrei*; individu encore plus jeune que le précédent. — Fig. 4, *Actinocomax Toucasi* Ch. Janet. — Fig. 5, *Actinocomax Alfridi* Ch. Janet.
- PARANDIER. Pl. XV. — Fig. 1, Tranchée de Perrigny. — Fig. 2, Tranchée de Morey. — Fig. 3, Tranchée de Nuits. — Fig. 4, Tranchée de Prémieux. — Fig. 5, Tranchée de Corgoloin. — Fig. 6, Tranchée de Chagny.
- SQUINABOL. Pl. XVI. — Fig. 1-2, *Flabellaria mediterranea* nov. sp. — Fig. 3, *Cyperus Zeilleri* nov. sp. — Fig. 4, 4a, 4b, *Pandanus Etingshauseni* nov. sp. — Fig. 5, 5a, *Isselia primæva* nov. sp. — Fig. 6, 7, 7a, *Calamus Beccarii* nov. sp.
- Pl. XVII. — Fig. 1, *Geonoma italica* nov. sp. — Fig. 2, 2a, 2b, *Perrandoa protogæa* nov. sp. — Fig. 3, *Chrysodium strictum* nov. sp.
- D. P. ŒHLERT. Pl. XVIII. — Fig. 1, *Ctenocrinus* sp., moule interne du calice montrant à droite le côté postérieur. Gr. nat. (Musée de Cherbourg); 1a, le même vu de l'autre côté; 1b, le même vu du côté de la voûte.

— Fig. 2, *Diamenocrinus Jouani* Oehl. Gr. nat. (Musée de Cherbourg); 2a, Calice, avec une partie de la tige du même individu, un peu grossi. — Fig. 3, id. Calice d'un autre individu. — Fig. 4, id. Partie inférieure d'une tige montrant l'enroulement de la partie terminale.

- DE MERCEY. Pl. XIX. — Carte des gîtes de phosphate de chaux de la Picardie.
- STUART-MENTEATH. Pl. XX. — Carte géologique de la Haute et Basse Navarre.
Pl. XXI. — Douze coupes des Pyrénées occidentales.
- G. RAMOND. Pl. XXII. — Carte du tracé de la dérivation des sources de la vallée d'Avre.
- RAMOND et DOLLFUS. Pl. XXIII. — Profil géologique du Chemin de fer de Mantes à Argenteuil.
- M. BERTRAND. Pl. XXIV. — Coupe des environs de Fontanieu. — Coupe détaillée du vallon de Fontanieu.
- KILIAN. Pl. XXV-XXVI. — Plis isoclinaux des montagnes de la Savoie.
- M. BERTRAND et ZÜRCHER Pl. XXVII. — Coupes dans le défilé de la Bouissière.
- ZÜRCHER. Pl. XXVIII-XXIX. — Zones de plissement de Salernes et d'Aups.

FIN DE LA LISTE DES PLANCHES.



DATE DES PUBLICATIONS

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

- Fascicule 1 — (feuilles 1*, 1-2, Pl. I-V), janvier 1891.
— 2 — (— 3-7, Pl. VI), février 1891.
— 3 — (— 8-11), mars 1891.
— 4 — (— 2*. 12-15, Pl. VII-VIII), avril 1891.
— 5 — (— 16-18, Pl. IX-XI), mai 1891.
— 6 — (— 19-23), août 1891.
— 7 — (— 3*, 24-30, Pl. XII), septembre 1891.
— 8 — (— 4*-5*, 31-38), octobre 1891.
— 9 — (— 39-43), novembre 1891.
— 10 — (— 6*, 44-51, Pl. XIII-XVII), décembre 1891.
— 11 — (— 7*, 52-57, Pl. XVIII), février 1892.
— 12 — (— 8*-10*, 58-65, Pl. XIX-XXIII), avril 1892.
— 13 — (— 66-79, Pl. XXIV-XXIX), juillet 1892.
-

ERRATA

Pages	Lignes		et permet	<i>lisez</i>	
LXXX	9		<i>Au lieu de</i>		et ne permet pas.
"	(tableau 2 ^e colonne)	"	Partie inférieure	"	P ¹ inférieur
"	"	"	P ^e supérieure	"	P ¹ supérieur.
42	25	"	<i>Cyr. (Corbilyca)</i>	"	<i>Cyr. (Corbicula)</i> .
49	36	"	<i>Melania (cf. Cerit. galloprovinciale)</i>	"	<i>Melania (cf. Cerit. gardanense)</i> .
54	18	"	<i>Bonela Malli</i>	"	<i>Bouc-la-Malle</i> .
55	7	"	Ventabien	"	Ventabren.
90	36	"	p. 343	"	p. 223.
221	29	"	basilo-axille	"	basilo-axiale.
222	24 et 35	"	basilo-axillaire	"	basilo-axiale.
223	33	"	"	"	"
233	38	"	files verticales	"	files ascendantes.
224	5	"	basilo-axillaire	"	basilo-axiale.
225	31	"	au nombre de 10	"	au nombre de 40.
226	21	"	Monplaisir	"	Montpellier.
230	34	"	<i>Steneodon, meganthereon</i>	"	<i>Steneodon meganthereon</i> .
299	20	"	portant chacune deux pores génitaux	"	portant chacune un pore génital.
474	4	"	d'épaisseur la cause	"	d'épaisseur provoquant nécessairement des variations de vitesses entre la zone équatoriale et la zone polaire, la cause.
859	38	"	t. XVIII. p.	"	t. XVII, p. 244, 1890.
869	8	"	fig. 1-5	"	fig. 6.
"	9	"	fig. 1-6	"	fig. 7.
870	fig. 7	"	B	"	B"
871	27	"	lot	"	lit.
876	18	"	des caractères exclusivement littoraux	"	des caractères qui ne sont pas exclusivement littoraux.
917	13	"	ferme	"	forme.
919	(figure)	"	Le plongement du grès rouge triasique est N.	"	
929	25	"	1881	"	1891.
Pl. XX		"	Un petit lambeau laissé en blanc immédiatement à l'ouest d'Espelette est de l'ophite et devrait être figuré en noir.	"	
Pl. XXI	fig. 5	"	Les lettres c et e ont été transposées.	"	
Pl. XXV		"	Coupe perpendiculaire à la précédente.	"	Coupe perpendiculaire à la suivante

JUILLET 1892

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE



LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DONNS OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Du 17 Juin au 3 Novembre 1890

1° NON PÉRIODIQUES

(Les noms des donateurs sont en italique)

Bigot, A. — L'Archéen et le Cambrien dans le nord du massif Breton et leurs équivalents dans le pays de Galles. (Thèse Fac. Sciences de Paris). Cherbourg, 1890, in-8°, 179 p.

Bleicher. — Sur la nature des phosphates du massif du Dekma (département de Constantine). (Extr. C.-R. Ac. Sc., Juin 1890).

Caldéron, S. — Sur les modifications des roches ophitiques de Moron (province de Séville). (Extr. C.-R. Ac. Sc., Sept. 1890).

Canal Interocéanique de Panama. — Commission d'études instituée par le liquidateur de la Compagnie universelle. — Rapports. Paris, 1890. In-8°. (*Don de M. Chaper*) :

III. — Etablissement des prix d'application. 36 p.

V. — Etude du trafic. Dépenses. Recettes. Revenus probables. 75 p., 1 pl.

VII. — Note sur l'achèvement du canal à niveau. 16 p.

VIII. — Examen de divers projets présentés à la Commission. 48 p.

IX. — Cartes et dessins. 3 pl.

Cayeux, L. — (Extr. Ann. Soc. géol. du Nord) :

L'âge des sables de Cerfontaines et de Rousies (T. XVI, p. 57-60).

La faune du Tun; extension en épaisseur de la zone à *Micraster breviporus* (T. XVI, p. 123-131).

Notes sur le crétacé de Chercq, près Tournay (T. XVI, p. 142-156).

Structure de la bande de Calcaire carbonifère (T. XVI, p. 344-352).

Ondulations de la craie de la feuille de Cambrai et rapports de la structure ondulée avec le système hydrographique de cette carte (T. XVII, p. 71-90, 2 pl.).

Mémoire sur la craie grise du nord de la France (T. XVII, p. 105-140, 1 pl.).

Découverte de silex taillés à Quiévy (Nord). Note sur leur gisement (T. XVII, p. 151-154).

Coup-d'œil sur la composition du crétacé des environs de Péronne (T. XVII, p. 227-245).

Forage de la ville d'Hazebrouck. Nouveaux documents sur la faune de l'argile des Flandres (T. XVII, p. 272-283).

Congrès des Sociétés savantes. — Discours prononcés à la séance générale du Congrès, le samedi 31 mai 1890, par M. Maunoir, membre du comité des travaux historiques et scientifiques, et M. Léon Bourgeois, Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Paris, 1890, in-8°, 54 p.

Cossmann. — Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Eocène des environs de Paris. 4^e fasc. Bruxelles, 1889, in-8°, 385 p., 12 pl.

Cuvier, F. — Notice géologique sur le souterrain de Caluire (Rhône). Lyon, 1890, in-8°, 47 p., 1 pl.

Davy, L. — Etude du métamorphisme aux environs de Nozay. Angers, 1890 (Extr. Bull. Soc. d'Etudes scient. d'Angers. 22 pl., 1 pl.).

Derby, Orville, A. — Nota sobre a geologia e paleontologia de Matta Grosso (Extr. Archivos do Museu Nacional de Rio de Janeiro. Vol. IX, p. 59-88, 1890).

Ebert, Th. — Tulotoma Degenhardti Dunker und Ebert, nebst einigen Bemerkungen über die Gattung Tulotoma (Extr. Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. f. 1884, p. 556-564).

Id. — Mittheilung über Aufnahmen im Gebiete der Section Garnsee (Id., 1884, p. CIII-CVII).

Id. — Mittheilung über Aufnahme der Section Neuenburg (Id., 1885, p. XC-XCI).

Id. — Teredo megatora Hanley aus dem Septarienthon von Finkenwalde; Beitrag zur Kenntniss der tertiären Decapoden Deutschlands (Id., 1886. p. 259-271, pl. VIII, IX).

Id. — Ueber die Art des Vorkommens und die Verbreitung von Gervillia Murchisoni Geinitz im Mittleren Buntsandstein (Id., 1888, p. 237-242).

Id. — Die Raninen des Kressenbergs (Id., 1889, p. 129-133).

Id. — *Prestwichia* (Euproops) *Scheeleana* n. sp. (*Id.*, 1889, p. 215-220).

Favre, Ernest et Hans Schardt. — Revue géologique suisse pour l'année 1889, XX, in-8°, 90 p.

Ficheur, E. — Les terrains éocènes de la Kabylie du Djurjura (Thèse Fac. des Sc. Paris). Alger, 1890, 474 p., 2 pl.

Fortier, Charles. — Le département de l'Eure à l'Exposition universelle de 1889. Evreux, 1890, in-8°, 367 p.

Gagel, Curt. — Die Brachiopoden der cambrischen und silurischen Geschiebe im Diluvium der Provinzen Ost- und Westpreussen (Extr. Beitr. zur Naturkunde Preussens herausg. von der Physik.-Oekon. Gesellsch. zu Königsberg. 6, 1890, 79 p., 5 pl.).

Gosselet, J. — Deux excursions dans le Hundsrück et le Taunus (Extr. Ann. Soc. géol. du Nord. T. XVII, p. 300-342).

Green, W. L. — Prof. Jas. D. Dana's « Characteristics of Volcanoes ». In-8°, 45 p. Honolulu, 1890.

Guy, Alfred. — Le Sahara et la cause des variations que subit son climat depuis les temps historiques. in-8°, 70 p. Oran, 1890.

Harada, Toyokitsi. — Die Japanischen Inseln, eine topographisch-geologische Uebersicht. 1^{te} Lief. In-8°, 126 p. 5 pl. Berlin, 1890.

Hinde, George Jennings. — Notes on Radiolaria from the Lower Palaeozoic Rocks (Llandeilo-Caradoc) of the South of Scotland (Extr. Ann. a. Magaz. of Nat. Hist. 1890, p. 40-59, pl. III-IV).

James, Joseph F. — On the Maquoketa shales, and their correlation with the Cincinnati-group of Southwestern Ohio (Extr. Americ. Geologist. 1890, p. 335-356, 394).

Lapparent (de). — Notice nécrologique sur Edmond Fuchs (Extr. Ann. des Mines. Mars-avr. 1890, 46 p.).

Launay (de). — Mémoire sur l'industrie du cuivre dans la région d'Huelva (Extr. Ann. des Mines. Déc. 1889, 92 p., 3 pl.).

Lebesconte. — Sur la présence du carbonifère en Bretagne (Extr. C.-R. Ac. Sc. Août 1890).

Löfstrand, G. — Om apatitens förekomstssätt i Norbottens Län jemfördt med dess uppträdande i Norge (Extr. Geol. Fören. Förhandl. Vol. XII, 48 p., 2 pl.).

Marcou, Jules. — The Mesozoic Series of New Mexico (Extr. Americ. Geologist. 1889, p. 155-165, 216-229).

Id. — Use of the terms Laurentian and Champlain in Geology (Id. 1890, p. 64-65).

Id. — The American Neocomian and the Gryphaea Pitcheri (Id., p. 315-317).

Id. — The Triassic Flora of Richmond, Virginia (Id., p. 160-174).

Id. — Genesis of the Arietidae, by Alpheus Hyatt (Id. p. 128-133).

Id. — The Lower and Middle Taconic of Europe and North America (Id., p. 357-375, II, p. 79-102. p. 221-223, 1 carte).

Id. — Reply of the questions of M^r Selvon on « Canadian geological classification for Quebec » (Extr. Proceed. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. XXIV, 1889, p. 357-364).

Martin, Jules. — Aperçu général de l'histoire géologique de la Côte-d'Or. Dijon, 1890, in-8°, 115 p.

Mieg, Bleicher et Fliche. — Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace et des environs de Mulhouse (Extr. Bull. Soc. Géol. de Fr.).

Mission scientifique au Mexique et dans l'Afrique centrale :

— Description des anciennes possessions mexicaines du Nord. Géologie par M. Guillemin-Tarayre. Feuilles 1 à 27, pl. I à XVII.

— Etudes sur les reptiles et les batraciens par MM. Auguste Duméril et Bocourt. Feuilles 88 à 92, 6 pl. •

Moreno, Francisco, P. — Le Musée de La Plata. (Extr. Revista del Museo de la Plata, I. 1890, 31 p., 8 pl.).

Id. — Projet d'une exposition rétrospective argentine (Id. 7 p., 1 pl.).

Nicklès. — Note sur le Sénomien et le Danien du Sud-Est de l'Espagne (Extr. C.-R. Ac. Sc., fév. 1888).

Pavlow, Marie. — Etudes sur l'histoire paléontologique des Ongulés. IV. Hipparion de la Russie. V. Chevaux pleistocènes de la Russie et leurs rapports avec les chevaux des autres pays (Extr. Bull. Soc. Impér. des Nat. Moscou, 1889, n° 4, p. 83-146, pl. VII-IX).

Péron, Alphonse. — Description des mollusques fossiles des terrains crétacés de la région sud des Hauts-Plateaux de la Tunisie. Paris, 1890, in-8°, 103 p. Atlas, in-4° pl. XV-XXII.

Renévier. — Musées d'histoire naturelle de Lausanne. Rapports annuels des conservateurs pour l'année 1889. In-8°, 20 p. Lausanne, 1890.

Rousseau, Th. — Notice forestière sur le département de l'Aude. Carcassone, 1890, in-8°, 99 p.

Sacco, Federico. — La caverna ossifera del bandito in Val Gesso (Extr. Boll. C. A. I. Vol. XXIII, n° 56, 10 p. 1889).

Id. — Appunti paleontologici. I. Sopra una mandibola di Balanoptera dell' Astigiana (Extr. Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino, Vol. XXV, 27 avr. 1890, 9 p., 1 pl.).

Id. — I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria, pl. VII, VIII (Extr. Boll. dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Università di Torino. Vol. V, n°s 82, 86, 13 juin, 12 août 1890).

Id. — Luigi Bellardi. Cenni biografici (Extr. Bullet. della Soc. Malacol. Ital. Vol. XIV, 1889, 3 p., 1 portrait).

Id. — Relazione geologica sopra un progetto di derivazione d'acqua dal torrente Giandone (Extr. Città di Torino. Forza Motrice. 19 p., 1 carte).

Sarran d'Allard (de). — La carte géologique du Beaujolais (Le Naturaliste, n°s 78 et 79).

Scudder, Samuel H. — Physiognomy of the American tertiary Hemiptera (Extr. Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol XXIV, 1889, p. 563-579).

Seoane, Victor-Lopez. — Nouvelle espèce de batracien anoure des îles Philippines (Extr. Mém. Soc. Zool. de Fr., t. III, p. 206, 1 pl.).

Seunes, Jean. — Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France (Basses-Pyrénées et Landes) (Thèse Fac. Sc. Paris). Paris 1890, 250 p., 8 pl., 1 carte.

Thoulet, J. — Océanographie (Statique). Paris 1890, 492 p.

Toula, Franz. — Reisen und geologische Untersuchungen in Bulgarien (Extr. Vortr. d. Ver. z. Verbreit. naturw. Kenntnisse in Wien. XXX. Jahrg. Heft 16, 144 p., 1 carte).

Id. — Geologische Untersuchungen im centralen Balkan. III. Petrographischer Theil, von August Rosiwal (Extr. Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wissensch. Vol. LVII, 58 p. 3 pl.).

Id. — Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan und in den angrenzenden Gebieten (Id., 80 p., 7 pl.).

Ward, Henry A. — Lettre sur les musées argentins (Extr. Revista del Museo de la Plata. T. I, 1890, 11 p., 2 pl.).

Welsch, Jules. — Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda (département d'Oran) (Thèse Fac. Sc. Paris). Lille, 1890, 204 p., 1 carte.

2^o PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CX, nos 24 à 26. T. CXI, nos 1 à 16.

T. CX. A. Lacroix : Sur les andésites et labradorites à hypersthène de la Guadeloupe, p. 1347. — Id. : Caractères cristallographiques et optiques du pyroxène obtenu dans l'eau surchauffée par M. Daubrée, p. 1375. — Henri Lasne : Identité de composition de quelques phosphates sédimentaires avec l'apatite, p. 1376. — G. Sayn : Sur la faune d'ammonites pyrriteuses barrémiennes du Djebel-Ouach, province de Constantine, p. 1381.

T. CXI. Marcellin Boule : Les éruptions basaltiques de la vallée de l'Allier, p. 69. — A. Lacroix : Sur la composition minéralogique des roches volcaniques de la Martinique et de l'île Saba, p. 71. — Henri Lasne : Corrélation entre les diaclases et les rideaux des environs de Doullens, p. 73. — Auguste Terreil : Analyse de la ménilite de Villejuif, p. 126. — Daubrée : Notice sur les travaux de M. Alphonse Favre, p. 153. — Ad. Carnot : Sur les sources minérales de Cransac (Aveyron), p. 192. — P. Fischer et D.-P. Oehlert : Sur la répartition stratigraphique des Brachiopodes de mer profonde, recueillis durant les expéditions du Travailleur et du Talisman, p. 247. — G. Trouvé : Sur un appareil d'éclairage électrique, destiné à l'exploration des couches de terrain traversées par les sondes, p. 341. — Albert Gaudry : Sur une mâchoire de Phoque du Groenland, trouvée par M. Michel Hardy dans la grotte de Raymond, p. 351. — P. Lebesconte : Sur la présence du Carbonifère en Bretagne, p. 366. — A. de Lapparent : Sur les éruptions porphyriques de l'île de Jersey, p. 542.

— Journal des Savants. Avril-août 1890.

A. de Quatrefages : Théories transformistes, p. 220. — A. Daubrée : La génération des minéraux métalliques dans la pratique des mineurs du moyen-âge, d'après l. Bergbüchlein, p. 379 et 441.

— Annales des Mines. 8^e série, T. XVII, livr. 1-3. 1890.

Lamé Fleury : Notice nécrologique sur Eugène Lefébure de Fourcy, p. 233. — De Lapparent : Notice nécrologique sur Edmond Fuchs, p. 287. — Termier : Etude sur la Leverrierite, p. 372.

— Nouvelles Archives du Museum d'Histoire Naturelle. 3^e série, T. I-X.

B. Renault : Structure comparée de quelques tiges de la flore carbonifère, t. II, p. 213. — Stanislas Meunier et L. Lambert : Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur les sables marins de Pierrefite près Etampes (Seine-et-Oise), T. III, p. 235. — Albert Gaudry : L'Actinodon, T. X, p. 1.

— Bulletin de la Société Philomatique de Paris. 8^e série, T. II, nos 1-3.

H. Filhol : Description d'un nouveau genre de mammifère, p. 34 et 133. — Id. : Description d'une nouvelle espèce de Lemurien fossile. (*Necrolemur parvulus*), p. 39. — Charles Brongniart : Note sur quelques insectes fossiles du terrain houiller qui présentent au prothorax des appendices aliformes, p. 154. — H. Filhol : Description d'une nouvelle espèce de *Viverra* fossile, p. 139.

— Bulletin de la Société Zoologique de France, T. XV, nos 6 et 7.

— Mémoires de la Société Zoologique de France. T. III, feuilles 7 à 15.

— Bulletin de la Société Botanique de France, 2^e série. T. XI, 1 fasc. et T. XII, fasc. 1-3.

— Bulletin de la Société Française de Minéralogie, T. XIII, nos 6 et 7.

Cossa-Sena : Sur un gisement de staurotides des environs d'Ouro-Preto, p. 189.

— L. Michel : Sur quelques minéraux provenant des Malines (Gard), p. 212. —

F. Fouqué : Révision de quelques minéraux provenant de Santorin, p. 245.

— Journal de Conchyliologie. 3^e série, T. XXX, n^o 2.

P. Fischer : Note sur le genre *Ammonoceras*, p. 130. — E. de Boury : Observation sur quelques *Scalidæ* du Bassin de Paris et description d'une espèce nouvelle, p. 139.

— Compte rendu des séances de la Commission Centrale de la Société de Géographie, 1890, n^o 11-13.

— Bulletin de la Société de Géographie. 7^e série, T. XI, 1^{er} et 2^{me} trimestres.

— L'Anthropologie. T. I, n^o 4.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. 4^e série, T. I. 1^{er} fascicule.

— Ministère des Travaux Publics. — Bulletin des Services de la Carte Géologique de la France et des Topographies souterraines.

(N^o 8) J. Gosselet : Relations entre les sables de l'Eocène inférieur dans le Nord de la France et dans le bassin de Paris. — (N^o 9) Michel-Lévy : Etude sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont-Blanc. — (N^o 10) M. Mouret : Etude sur la stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et Saint-Céré. — (N^o 11) A. Lacroix : Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (Feuille de Foix). — Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne. — (N^o 12) M. Delafond : Nouvelle subdivision dans les terrains bressans. — Bassin de Blanzly et du Creusot. — (N^o 13) P. Termier : Les éruptions du Velay.

— Carte géologique détaillée de la France $\frac{1}{80.000}$, avec texte explicatif.

Feuille 97, Tonnerre. — 168, Lyon. — 177, St-Étienne.

— Carte géologique des environs de Paris, $\frac{1}{40.000}$, par G. Dollfus.

— Ministère de l'Instruction publique. — Revue des Travaux scientifiques. T. IX, nos 11 et 12. t. X, nos 1-4.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français. N° 6, 1890.

— La Nature. Nos 890-909.

Albert Gaudry : Le Dryopithèque, p. 63. — G. T. : Roches à formes animées, p. 168. — X. : Le Volcan de la Réunion, p. 211. — Général Cosseron de Villenoisy : Le puits du fort Barrault, p. 278.

— Le Naturaliste. 2^e série, nos 80-87.

D^r E. Trouessart : Les mammifères fossiles de la République Argentine, p. 151, 203, 213. — M. Boule : Les enchainements du Monde animal, p. 165. — H. Boursault : Excursion géologique aux environs de Bavai, p. 174. — Stanislas Meunier : Paléontologie quaternaire, p. 187. — Id. : Sur une météorite remarquable tombée récemment en Serbie, p. 209. — Id. : Particularité remarquable de la cendre rejetée par la grande éruption du Krakatau, p. 225. — Henri Boursault : Phosphates sableux des environs du Cateau (Nord), p. 236.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linnéenne du Nord de la France. T. IX, nos 207-210. T. X, nos 211-218.

Autun. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Autun. 3^{me} Bull.

Eusèbe Vassel : Sur les faunes de l'isthme de Suez, notes et traductions, p. 15. — B. Renault : Notice sur une Lycopodiacee arborescente du terrain houiller du Brésil, p. 109. — Charles Demontmerot : Glaciers quaternaires du Morvan, p. 197. — B. Renault : Communication sur un nouveau genre fossile de tige cycadéenne, p. 274.

Auxerre. — Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. T. XLIV.

G. Cotteau : La Géologie à l'Exposition universelle et dans les Congrès internationaux en 1889, p. 3. — J. Lambert : Note sur un cas de monstruosité de l'apex chez l'Echinocorys vulgaris, p. 27.

Chambéry. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Savoie. T. IV, nos 1 et 2.

Pillet : L'installation des collections de géologie et de minéralogie au Musée d'histoire naturelle de Chambéry, p. 3. — Lachat : Observations à propos des mémoires de M. Zaccagna sur la Géologie des Alpes occidentales, p. 51. — Pillet : Calcaire de Saint-Ouen à Gerbaix, près de Novalaise (Savoie), p. 56. — Id. : Fossiles du Valangien moyen de la Chambotte (Calcaire roux), p. 57.

Dunkerque. — Mémoires de la Société Dunkerquoise pour l'encouragement des sciences, des lettres et des arts. Vol. XXV.

Epinal. — Annales de la Société d'émulation du département des Vosges. LXVI^e année, 1890.

Tables alphabétiques des matières et des noms d'auteurs contenus dans les 28 volumes des Annales de la Société d'émulation des Vosges (1860-1889), dressées par C. Claudot.

La Rochelle. — Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure. Annales de 1889.

Boissellier : Excursion géologique à Esnades, p. 27. — Excursion géologique dans la forêt de Vouvant, p. 41. — Note sur la géologie du cours de la Charente entre Rochefort et l'île d'Aix, p. 144. — Dollot : Excursion géologique aux environs de Fouras, p. 17. — E. Bordage : Contribution à l'étude du crétacé de Saintes et de ses environs, p. 151. — Id. : Etude sur un point intéressant du détroit poitevin : Pamproux et ses environs, p. 183. — L. Crié : Recherches sur les végétaux fossiles de l'île d'Aix, p. 231.

Lille. — Annales de la Société géologique du Nord. 1889-1890, livraisons 4 à 6.

Thélu : Observation sur la sablière de Montplaisir (près Frévent) et sur celle des Fermes-du-Bois (près Boubiers-sur-Canche). p. 164. — J. Gosselet : Considérations sur le bief à silex de l'Artois, p. 165. — L. Cayeux : Note sur le *Micraster Gosseleti*, espèce nouvelle de la craie blanche des environs de Lille, p. 180. — Péroche : Les climats terrestres dans les temps géologiques, p. 184. — XX : Excursion géologique à Tournai, p. 188. — J. Ladrière : Les alluvions récentes à Quiévrechain, p. 198. — Tschernichew : Note sur le rapport des dépôts carbonifères russes avec ceux de l'Europe Occidentale, p. 201. — Ch. Barrois : Légende de la feuille de Vannes de la carte géologique de France au $\frac{1}{500000}$, p. 210. — L. Cayeux : Coup d'œil sur la composition du crétacé aux environs de Péronne, p. 227. — Ladrière et Cayeux : Excursion de la Société Géologique du Nord au Cateau, p. 246. — L. Cayeux : Excursion de la Société Géologique du Nord à Cassel, p. 253. — Forage de la ville d'Ilazebrouck. Nouveaux documents sur la faune de l'Argile des Flandres, p. 272. — Excursion de la Société Géologique du Nord à Avesnes, p. 283. — A. Malaquin : Le Dryopithèque, p. 295. — J. Gosselet : Excursions dans le Hundsrück et le Taunus, p. 300. — L. Cayeux : Etude micrographique de la craie des environs de Lille, p. 342.

Lyon. — Annales de la Société d'Agriculture, Histoire Naturelle et Arts utiles de Lyon. 6^{me} Série, T. II.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, T. IX.

F. Cuvier : Note sur un bloc erratique, à la Croix-Rousse, p. 34.

Meaux. — Bulletin du Syndicat Agricole de l'Arrondissement de Meaux. 3^e année, n^{os} 6 à 8.

Moulins. — Revue Scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France. 3^e année, n^{os} 7 à 10.

Nancy. — Mémoires de l'Académie Stanislas. 5^e Série, T. VII.

Pau. — Ponts et chaussées. Service hydrométrique du Bassin de l'Adour. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1888. 1 vol. texte et atlas 4 feuilles.

Saint Etienne. — Société de l'Industrie Minérale. Comptes rendus mensuels, mai à sept. 1890.

Termier : Détermination de la position des failles de Villebœuf et du Gagne-Petit dans la région de Patroa, p. 114.

— Bulletin. 3^e Série, T. IV. livr. 3 et 4 avec atlas.

L. Manigler : Note sur le pétrole, ses origines, ses analyses, ses divers gisements, p. 637.

Troyes. — Mémoires de la Société Académique d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. 3^e Série, T. XXVI.

Valenciennes. — Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Valenciennes. Revue Agricole, industrielle littéraire et artistique. T. XLI, nos 1 à 9.

Allemagne. — Berlin. — Sitzungsberichte der königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1890, I-XIX.

— Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. Vol. IX, n^o 1.

Th. Ebert : Die Echiniden des Nord-und Mitteldeutschen Oligocän, 111 p., atlas de 10 pl., gr. in-4^o.

— Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft.
Vol. XLI, n^o 4, 1889.

M. Blanckenhorn : Pteropodenreste aus der Oberen Kreide Nord-Syriens und aus dem hessischen Oligocän, p. 593-602, pl. XXII. — A. Schreiber : Glacialerscheinungen bei Magdeburg, p. 603-606. — A. Krause : Ueber Obere Kreide-Bildungen an der pommerschen Ostseeküste, p. 609-620, pl. XXIII-XXV. — K. Picard : Ueber einige seltenere Petrefacten aus Muschelkalk, p. 633-640, pl. XXVI. — G. Gürich : Dytrochosaurus capensis ein neuer Mesosaurier aus der Karooformation Sud-Afrikas, p. 641-652, pl. XXVII. — O. Jaekel : Ueber das Alter des sogen. Graptolithen-Gesteins mit besonderer Berücksichtigung der in demselben enthaltenen Graptolithen, p. 653-716, pl. XXVIII-XXIX. — E. Liebetrau : Beiträge zur Kenntniss des Unteren Muschelkalks bei Jena, p. 717-761. — A. Remelé : Ueber einige Glossophoren aus Untersilur-Geschieben des norddeutschen Diluviums, p. 762-770, pl. XXX. — J. Walther : Ueber die Geologie von Capri, p. 771-776. — Von Gellhorn : Ueber die geologische Stellung der märkischen Braunkohlen-Formation zum marinen Mittel-Oligocän, p. 777-781. — Dames : Petrefacten aus dem untersten Lias von Halberstadt, p. 781-783. — Remelé : Ueber einige märkische Diluvialgeschiebe, p. 784-795. — K. A. Lossen : Alter des Cephalopoden-Kalks bei Hasselfelde, p. 796-804.

Vol. XLII, n^{os} 1, 2, 1890.

K. Vogelsang : Beiträge zur Kenntniss der Trachyt und Basaltgesteine der hohen Eifel, p. 1-57. — A. von Koenen : Ueber Dislokationen auf Rügen, p. 58-62. — F. Rinne : Ueber morphotropische Beziehungen zwischen anorganischen Sauerstoff- und Schwefelverbindungen, p. 63-73. — O. Jaekel : Ueber die systematische Stellung und über fossile Reste der Gattung *Pristiophorus*, p. 86-120, pl. II-V. — C. Ochsenius : Ueber das Alter einiger Theile der südamerikanischen Anden. III, p. 121-149. — A. Philippson : Ueber die Altersfolge der Sedimentformationen in Griechenland, p. 150-159. — Sapper : Ueber Erderschütterungen in der Alta Verapaz, p. 160-164. — A. Baltzer : Lössähnliche Bildungen im Canton Bern, p. 164-166. — E. Naumann : *Stegodon Mindanensis*, eine neue Art von Uebergangs-Mastodonten, p. 166-169. — E. Dathe : Ueber die Discordanz zwischen Culm und Obercarbon bei Salzbrunn in Schlesien, p. 174-177. — A. Martin : Die phonolithischen Gesteine des Laachersee-Gebiets und der Hohen Eifel, p. 181-216. — Ph. Poča : Ueber einige Spongien aus dem Cuvieri-Pläner von Paderborn, p. 217-232, pl. VI-VIII. — F. Hornung : Zur Kenntniss des Gangsystems des Auerberges im Harze und der Füllung desselben, p. 233-239. — Herm. Credner : Die Stegocephalen und Saurier aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden, IX, p. 240-277, pl. IX-XI. — Joh. Felix : Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Protosphyraena* Leidy, p. 278-302, pl. XII-XIV. — F. W. Pfaff : Ueber Schwankungen in der Intensität der Erdanziehung, p. 303-317, pl. XV-XVI. — M. Blanckenhorn : Das Eocän in Syrien, mit besonderer Berücksichtigung Nord-Syriens, p. 318-339, pl. XVII-XIX. — F. Rømer : *Plagioteuthis*, eine neue Gattung dibranchiater Cephalopoden aus dem Russischen Jura, p. 360-363.

Register zu dem XXXI. bis XL. Bande, 1879-1888.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XVII, n^{os} 6, 7, 1890.

— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XXV, n^{os} 3, 4, 1890.

— Mittheilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus den Deutschen Schutzgebieten.

Vol. III, n^o 3.

Breslau. — 67^{ter} Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, 1890.

Gürich : Ueber die Goldvorkommnisse in Südwest-Afrika, p. 17-19. — Id. : Naturwissenschaftliche Beobachtungen im deutschen Schutzgebiet in Südwest-Afrika, p. 86-87. — Kunisch : Bericht über die palaeontologische Erforschung des oberschlesischen Muschelkalkes, p. 96-105.

Bonn. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande, Westfalens, etc.

46^e année, n^o 2, 1889.

W. von der Marek : Ueber die Verwandtschaft der syrischen Fischschichten mit denen der oberen Kreide Westfalens. Verh, p. 139-164. — H. Laspeyres : Heinrich

von Dechen. ein Lebensbild, p. 165-340, avec portrait. — J. Hundhausen : Erbohrung der Steinkohlen in Hamm und das dadurch aufgeschlossene Profil. Korresp., p. 41-44. — Schaaflhausen : Alte und neue Mammuthfunde, p. 62-69. — Rauff : Ueber fossile Kieselspongien aus dem Silur und Medusen aus dem Cambrium. Sitzber. p. 34-35. — Busz : Tuffe des Laacher Sees ; Bimstein von Bell ; Melilith in der Hannebacher Ley, etc., p. 44-48.

47^e année, n^o 1, 1890.

Heusler : Ueber die Braunkohlenablagerungen im niederrheinischen Tertiärbecken, Korresp. p. 41-51. — Rauff : Ueber A. Sckcnck, Glacialerscheinungen in Südafrika. Sitzber, p. 32-39. — id. Ueber die carbone Eiszeit, p. 39-50.

Francfort-sur-Main. — Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main. 1890.

Fr. Kinkelin : Eine geologische Studienreise durch Oesterreich-Ungarn, p. 51-108. — id. : Eine Episode aus der mittleren Tertiärzeit des Mainzerbeckens, p. 109-124. — A. v. Reinach : Geologisches aus der unteren Maingegend, p. 125-130.

Gotha. — Petermanns Mittheilungen.

Vol. XXXVI, n^{os} 6-10, 1890.

A. Rothpletz : Das Atlasgebirge Algeriens. N^o 8, p. 188-194. — Chr. Sandler : Strandlinien und Terrassen. N^o 9, p. 209-218, pl. XVI. N^o 10, p. 235-242.

— Ergänzungsheft, n^o 98.

Leipzig. — Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 1889.

E. Bayberger : Der Chiemsee, p. 1-103.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

1890. Vol. II. n^{os} 1-3.

E. Haase : Bemerkungen zur Palaeontologie der Insecten, p. 1-33, pl. I. — A. Nehring : Ueber *Cuon alpinus fossilis* Nehring, nebst Bemerkungen über einige andere fossile Caniden, p. 34-52, pl. II — C. Ochsenius : Die Bildung mächtiger mariner Kalkabsätze, p. 53-58. — C. Hasse : Fossile Alcyonarien, p. 59-65, pl. III. — F. Rinne : Ueber Mikroklinstructur, p. 66-70, pl. IV. — C. Rammelsberg : Sigerit, ein neuer Feldspath, p. 71-74. — Siemiradzki : Zur Stammesgeschichte oberjurassischer Ammoniten, p. 75-87. — R. Brunnée : Neuer Erhitzungsapparat für mineralogische Untersuchungen, p. 87-88. — O. Mügge : Ein neuer Orthoklaszuilling aus dem Fichtelgebirge, p. 88-89. — A. Sauer u. C. Chelius : Die ersten Kantengeschiebe im Gebiete der Rheinebene, p. 89-92. — A. Sauer : Zur Lössfrage, p. 92-97. — Denckmann : Ueber Aufschlüsse im Jura und in der Kreide bei Hannover, p. 97-98. — U. Stutz : Das Keuperbecken am Vierwaldstätter See, p. 99-140. — O. Mügge : Ueber Zwillingsbildung am Chlorbaryum, p. 141-148. — C. Rammelsberg : Die chemische Natur der Turmaline, p. 149-162. — E. von Drygalsky : Zur Frage der

Bewegung von Gletschern und Inlandeis, p. 163-184. — Fr. Toula : Ueber die von Linienschiffsleutenant L. v. Höhnel aus Ostafrika mitgebrachten Gesteine, p. 185-187. — O. Herrmann u. E. Weber : Contactmetamorphische Gesteine der westlichen Lausitz, p. 187-190. — R. Brauns : Ueber die Entstehung der sog. Rutschflächen im bunten Sandstein in der Umgebung von Marburg, p. 190-191. — Herm. Karsten : Die Juraformation in Südamerika, p. 191-192. — G. Müller : Das Alter der glaukonitischen Sandsteine und Conglomerate von Zilly, p. 193. — A. Leppla : Zur Lössfrage, p. 194-198. — A. von Koenen : Hat Coccoosteus vordere Ruderorgane? p. 198-199. — W. Müller : Pseudomorphose von Limonit nach Pyrit von Rockbridge Co. in Virginia mit vorherrschendem Ikositetraëder, p. 199-200. — Fr. Maurer : Palaeontologische Studien im Gebiet des rheinischen Devon. N° 8, p. 201-248. — Fr. Schmidt : Bemerkungen über die Schichtenfolge des Silur auf Gotland, p. 249-266. — L. Darapsky ; Castanit, p. 267-269. — F. v. Sandberger : Zinnhaltiges Magneteisen vom Büchig bei Hirschberg a. Saale, p. 269-270. — Igelström : Violan und Anthracoit identisch (?) p. 270-271. — A. Wichmann : Ueber angebliche Beziehungen zwischen Sulfataren und der granitisch-körnigen Structur saurer Eruptivgesteine, p. 271-272. — S. Nikitin : Einiges über den Jura in Mexico and Centralasien, p. 273-274. — B. Lundgren : Ein Gavial aus dem Senon von Annetorp bei Malmö, p. 275.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.

Bulletins de mars, avril-mai, juin-juillet, août-septembre 1890.
Table des matières des séances du comité de chimie.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Vol. XV, n° 2, 1890.

D^r Leopold Tausch v. Gloeckelsthurn : Zur Kenntniss der Fauna der «Grauen Kalke» der Süd-Alpen, 42 p. 9 pl.

— Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Vol. XL, n°s 1, 2. 1890.

V. Uhlig : Melchior Neumayr. Sein Leben und Wirken. p. 1-20. — J. Blas : Erläuterungen zur geologischen Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung von Innsbruck, p. 21-50, pl. I (carte). — Hj. Sjögren : Ueber das diluviale aralokaspische Meer und die nordeuropäische Vereisung, p. 51-76. — F. v. Sandberger : Ueber Steinkohlenformation und Rothliegendes im Schwarzwald und deren Floren, p. 77-102. — C. Freih. v. Camerlander : Geologische Aufnahmen in den mährisch-schlesischen Sudeten, I, p. 103-316. — J. M. Clements : Die Gesteine des Duppauer Gebirges in Nord-Böhmen, p. 317-350. — C. v. John u. H. B. v. Foullon : Chemische Untersuchung der vier Trinkquellen von Luhatschowitz in Mähren, p. 351-380. — Edm. Jüssen : Beiträge zur Kenntniss der Klausschichten in den Nordalpen, p. 381-398, pl. II. — M. M. Draghicénu : Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte des Königreiches Rumänien, p. 399-420, pl. III (carte). — H. B. v. Foullon : Ueber die Darstellung und die Krystallform einiger Calciumchromate, p. 421-432.

— Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.
1890, n^{os} 6-9.

A. Hofmann : Millerit und Texasit aus dem Olivinfels vom Sommergraben bei Kraubat, p. 117-118. — J. Blaas : Ueber gekritzte Serpentinegeschiebe, die nicht glacial sind, p. 119-121. — G. Stache : Die Silurfaunen der Ostalpen, p. 121-126. — R. Hoernes : Versteinerungen aus dem miocänen Tegel von Walbersdorf, p. 129-131. — M. Vacek : Einige Bemerkungen über die Radstädter Tauern, p. 131-136. — A. Bittner : Ueber die Lagerungsverhältnisse am Nordrande der Tertiärbucht von Tüffer, p. 136-143. — Edm. Jüssen : Ueber die Klausschichten von Madonna del Monte und Serrada in Südtirol, p. 144-145. — J. Niedzwizki : Neuvorkommnisse von Mineralien, p. 149-151. — E. Tietze : Einiges über die Umgegend von Wieliczka, p. 151-169. — M. Vacek : Edmund Hébert. — A. Bittner : Eine triadische Conularia, p. 177-178. — R. Hoernes : Ueber die Pleurotomen des Wiener Tertiärbeckens, p. 178-181.

— Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums.
Vol. V, n^{os} 1-3, 1890.

A. W. Stelzner : Ueber die Isolirung der Foraminiferen aus dem Badener Tegel mit Hilfe von Iodidlösung, p. 15-19. — N. Andrussow : Die Schichten von Cap Tschauda, p. 66-76, pl. II. — F. Koerber : Ueber das Meteor vom 15. October 1889, p. 463-478. — Franz Ritter von Hauer : Jahresbericht für 1889, p. 1-76. — Gräfin Marie Linden : Bildung von Kalktuff unter Mitwirkung von Phryganeen-Larven, p. 81-83. — Th. Fuchs : Neue Erwerbungen der geologischen Abtheilung, p. 83-84. — Id. : Einsendungen von Petrefacten aus Bosnien, p. 84-91. — N. Andrussow : Tiefsee-Untersuchungen im schwarzen Meere, p. 93. — Fr. Berwerth : Altkrystallische Gesteine im Wiener Sandstein, p. 97-102.

— Berg und Hüttenmännisches Jahrbuch.
Vol. XXXVIII, n^{os} 2, 3, 1890.

J. Schardinger : Das Braunkohlen-Bergrevier von Ellbogen-Karlsbad, p. 243-339, pl. XII-XIV.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie.

Comptes rendus des séances de l'année 1890. Juin, juillet.

I. Siemiradzki : Faune des étages oxfordien et kimmérien en Pologne. 1^{re} partie. Céphalopodes. Fasc. 1 (résumé), p. 189-195.

Belgique. — Bruxelles. — Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

3^e année, tome III, fasc. 9.

Procès-verbaux.

E. de Munck et V. Dormal : Observations sur un facies nouveau du terrain quaternaire des environs d'Havrè, p. 456. — J. Lorient : Quelques réflexions à propos du travail de M. van Overloop sur l'Escaut supérieur, p. 457. — J. Delecourt-Wincqz :

Un nouvel appareil portatif de sondage. — A. F. Renard : Les concrétions de phosphate de chaux des mers actuelles ; leur constitution minéralogique, leur gisement et leur mode de formation, p. 503. — Macpherson : Contribution à l'étude des mouvements moléculaires dans les roches solides, p. 503. — A. Issel : Impressions radicales et figures de viscosité ayant l'apparence de fossiles, p. 504. — Hovelacque : Sur la nature végétale de l'*Aachenosaurus*.

Mémoires.

J. Loricé : Contributions à la géologie des Pays-Bas, p. 409. — A. Issel : Impressions radicales et figures de viscosité ayant l'apparence de fossiles, p. 450. — Federico Sacco : Notice biographique sur Louis Bellardi, p. 456. — Divers : Comptendu des excursions de la session extraordinaire de la Société à Namur, p. 461.

Annexe au Bulletin :

Eugène van Overloop : Les origines du bassin de l'Escaut, 92 p., 1 pl., 2 cartes.

— Annales de la Société géologique de Belgique, T. XVII.
1^e et 2^e livr.

— Bulletin.

C. Malaise : Sur un nouveau gisement d'octaédrite, p. XV. — X. Stainier : Compte rendu extraordinaire de la Société dans le Brabant méridional, p. 29. — G. Schmitz : Sur un gisement de calcite lamellaire et d'un tronc de Sigillaire, p. XXVI. — A. de Vaux : Sur les fossiles houillers de Ghlin, p. XXXVII. — A. Firket : Sur l'âge et l'origine d'un limon récent de la vallée de l'Ourthe, p. XLVI.

— Mémoires.

X. Stainier : La diabase de Grand'Pré (Mozet), p. 3. — Id. : Mélanges pétrographiques, p. 41. — Id. : Formations métallifères du Cambrien du pays de Galles et de la Belgique, p. 79. — R. Malherbe : Géogénie de la houille, p. 25. — J. Fraipont : Euryptérides nouveaux du dévonien supérieur de Belgique, p. 53. — G. Schmitz : Note sur les sablonnières de Rocour, p. 65. — C. Cesàro : Lamelles de calcite dans la houille des environs de Liège, p. 85 et 99. — Max. Lohest : Sur le mouvement d'une couche de houille entre son toit et son mur, p. 125. — Id. : Des gisements de phosphate de chaux de Hesbaye et de l'étendue de la zone où l'on peut espérer les rencontrer, p. 137. — Id. : De l'âge relatif des failles du bassin houiller de Liège, p. 149. — Alp. Briart : Note sur les mouvements parallèles des roches stratifiées, p. 129.

— Compte rendu de la session extraordinaire de la Société, tenue à Dinant.

Canada. — Montréal. — Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada for the year 1889-1890, volume VII.

G. C. Hoffmann : On the Hygroscopicity of certain Canadian Fossil Fuels, p. 41-57. — Id. : Annotated List of Minerals occurring in Canada, p. 65-105. — L. W. Bailey : On the Progress of Geological Investigation in New Brunswick, p. 3-19. — D. P.

Penhallow : Notes on Devonian Plants, p. 19-31. — Sir J. William Dawson : On New Species of fossil Sponges from the Siluro-Cambrian at Little Metis on the Lower St. Lawrence (Including Notes on the Specimens, by G. J. Hinde), p. 31-57. — L. W. Bailey : On some relations between the Geology of Eastern Maine and New Brunswick, p. 57-69. — Sir J. William Dawson : On Fossil Plants collected by R. A. Mc. Connellon Mackenzie River, and by Mr. T. C. Weston, on Bow River, p. 69-75, pl. IX-XI. — J. F. Whiteaves : Descriptions of eight new species of Fossils from the Cambrio-Silurian Rocks of Manitoba, p. 75-85, pl. XII-XVII. — A. P. Coleman : Notes on the Geography and Geology of the Big Bend of the Columbia, p. 97-109. — E. J. Chapman : Some Remarks on the Classification of Trilobites, as influenced by Stratigraphical Relations, with Outline of a New Grouping of these Forms, p. 113-121. — J. W. Spencer : The Iroquois Beach, a Chapter in the Geological History of Lake Ontario, p. 121-135. — G. F. Matthew : On Cambrian Organisms in Acadia, p. 135-160, pl. V-IX.

Toronto. — Proceedings of the Canadian Institute.

3^e série, vol. VII, fasc. 2. Avril 1890.

Arthur Harvey : Geology of Northwest Lake Superior, p. 218-226.

Espagne. — Madrid. — Memorias de la comisión de la mapa geológico de España.

J. Gonzalo y Tarin : Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva. T. II. Descripción minera. 666 + VII p., 41 pl.

— Mapa geológico de España que por orden del Ministerio de Fomento ha formado y publica la Comision de Ingenieros de Minas, creada en 28 de marzo de 1873, bajo la dirección del Inspector general Excmo Señor Don Manuel Fernandez de Castro. Madrid 1889. 1/400000.

Edition en petites feuilles : feuilles 19 (Zamora), 20 (Palencia), 23 (Barcelona), 24 (blanche), 27 (Salamanca), 28 (Madrid), 31 (Baléares), 32 (Baléares).

Edition en grandes feuilles : feuilles 6 (Madrid), 8 (Baléares), 12 (Baléares), 16 (titre).

Etats-Unis. — Washington. — Monographs of the United States Geological Survey. Vol. XV et XVI.

William Morris Fontaine : The Potomac or younger Mesozoic Flora. Vol. XV, 1889.

— John Strong Newberry : The Paleozoic Fishes of North America. Vol. XVI, 1889.

— United States Geological Survey. J. W. Powell Director. 8th Annual Report 1886-1887.

Israel C. Russell : The quaternary history of Mons Valley, California, p. 267-394, p. XVI-XLIV. — J. S. Diller : Geology of the Lassen Peak District, p. 401-430, pl. XLV-LI. — Samuel S. Scudder : The fossil Butterflies of Florissant, p. 439-474, pl. LII-LIII. — Edward Orton : The Trenton Limestone as a source of Petroleum

and inflammable Gas in Ohio and Indiana. p. 483-662, pl. LIV-LX. — Lester F. Ward : The Geographical Distribution of fossil Plants, p. 668-933, pl. LXI. — George F. Becker : Summary of the Geology of the Quicksilver Deposits of the Pacific Slope, p. 966-985, pl. LXII-LXIII. — Nathaniel Southgate Shaler : The Geology of the Island of Mount Desert, Maine, p. 993-1060, pl. LXIV-LXXVI.

— Report of the United States National Museum under the direction of the Smithsonian Institution, 1886, 2^e partie et 1887. 1886, 2^e partie.

William H. Dall : Mollusks including Cenozoic Invertebrate Fossils, p. 173-181. — C. D. Walcott : Invertebrate Fossils (Paleozoic), p. 215-229. — C. A. White : Invertebrate Fossils (Mesozoic), p. 229-231. — Lester F. Ward : Fossil Plants, p. 231-233. — F. W. Clarke : Minerals, p. 237-239. — George P. Merrill : Lithology and Physical Geology, p. 239-245. — Fred. P. Dewey : Metallurgy and Economic Geology, p. 245-255. — F. W. Clarke : The Meteorite Collection, p. 255-267. — George F. Kunz : The Gem Collection, p. 267-277.

1887, 1^{re} partie.

Nelson H. Darton : North American Geology for 1886, p. 189-231. — John Belknap Marcou : Bibliography of North-American Paleontology for 1886, p. 231-286. — Edward S. Dana : Mineralogy of 1886. p. 449-477.

— 1887, 2^e partie.

Review of the year's work in the scientific departments : Division of Geology, p. 23-24. — W. H. Dall : Report on the Department of Mollusks (including cenozoic invertebrate fossils), p. 111-117. — Charles D. Walcott : Report on the Department of Invertebrate Fossils (Paleozoic), p. 139-143. — C. A. White : Report on the Department of Invertebrate Fossils (Mesozoic), p. 143. — Lester Ward : Report on the Department of Fossil Plants, p. 145-146. — George P. Merrill : Report on the Department of Lithology and Physical Geology, p. 151-155. — F. P. Dewey : Report on the Department of Metallurgy and Economic Geology, p. 155-161. — Robert Stearns : Ethno-Conchology, p. 297-335, pl. I-IX.

— Bulletin of the United States Geological Survey.

N^o 56. Frank Hall Knowlton : Fossil Wood and Lignite of the Potomac Formation, 52 p., 7 pl., 1889.

N^o 57. Robert Hay : A. Geological Reconnaissance in Southwestern Kansas, p. 1-48, 1 carte, 1890.

Boston. — Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, new series, vol. XVI. May 1888 — May 1889.

Oliver. W. Huntington : The Crystalline Structure of the Coahuila Irons, p. 30-36. — Id. : Features of Crystalline Growth, p. 313-320.

Cambridge. — Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy.

Vol. XIX, n° 4, 1890.

W. G. Binney : A Third Supplement to the Fifth volume of the Terrestrial Air-breathing Mollusks of the United States and adjacent Territories, p. 183-225, 11 pl.

Vol. XX, n° 2, 1890.

Alexander Agassiz : On the rate of growth of Corals, p. 61-62, 4 pl. — John H. Sears : On Keratophyre from Marblehead Neck, Massachusetts, 1890.

Maryland. — Transactions of the Maryland Academy of Sciences, 1888.

P. R. Uhler : Observations on the Eocene Tertiary and its Cretaceous Associates in the State of Maryland, p. 11-32. — Id. : Additions to observations on the cretaceous and eocene formations of Maryland, p. 45-72. — Id. : Notes and Illustrations to « Observations on the cretaceous and eocene formations of Maryland », p. 97-104, pl. I.

Minnesota. — Bulletin of the Minnesota Academy of Natural Sciences. Vol. III, n° 1, 1889.

A. F. Bechdolt : Notes on the local geology of Mankato, p. 58-63. — N. H. Winchell : Notice of the discovery of Lingula and Paradoxides in the red quartzites of Minnesota, p. 103-105. — C. W. Hall : The lithological characters of the Trenton limestone of Minneapolis and Saint Paul, p. 111-124, pl. I. — C. W. Hall : The geological conditions which control Artesian well boring in southeastern Minnesota, p. 125-143, pl. II. — John B. Leiber : Some notes upon the more recent fossil flora of North Dakota and an inquiry into the causes that have led to the developpement of the treeless areas of the Northwest, p. 145-151. — Warren Upham : Description of maps showing the climate, geography and geology of Minnesota, p. 151-155.

New Haven. — The American Journal of Science. Vol. XL, n° 235-238, 1890.

W. J. Mc Gee : Southern Extension of the Appomatox Formation, p. 15-42. — J. F. Kemp : Notes on the Minerals occurring near Port-Henry, p. 62-64. — R. T. Hill : Occurrence of Goniolina in the Comanche Series of the Texas Cretaceous, p. 64-66. — C. E. Beecher : Development of the Shell in the genus Tornoceras Hyatt, p. 71-75, pl. I. — J. P. Iddings and S. L. Penfield : Fayalite in the obsidian of Lipari, p. 75-78. — S. L. Penfield : Connellite from Cornwall, p. 82-86. — F. A. Genth : Contributions to Mineralogy, n° 48, p. 114-120. — George H. Stone : Classification of the Glacial Sediments of Maine, p. 122-145. — W. W. Dodge : Some Lower Silurian Graptolites from Northern Maine, p. 153-155. — James P. Kimball : Siderite-basins of the Hudson River Epoch, p. 155-160, pl. VI. — O. C. Marsh : Notice of some Extinct Testudinata, p. 177-179, pl. VII, VIII. — J. D. Dana : Rocky Mountain Protaxis and the Post-Cretaceous Mountain-making along its course, p. 181-196. — F. A. Genth a. S. L. Penfield : Contributions to Mineralogy, n° 49, with Crystallographic Notes, 199-207. — S. L. Penfield : Chalcopyrite crystals from the French Creek Iron Mines, p. 207-211. — Charles E. Beecher : Koninckina and related Genera, p. 211-219, pl. II. — J.-B. Tyrrell : The Cretaceous of Manitoba, p. 227-232. — Louis V. Pirsson : On Mordenite, p. 232-237. — Daniel W. Langdon, J' : Geology of Mon Louis Island, Mobile Bay, p. 237-238. — Charles E. Beecher : On Leptænisca, a new genus of Brachiopod from the Lower Helderberg group, p. 238-240, pl. IX. — Id. : North American Species of Strophalosia, p. 240-246, pl. IX. — Erwin H. Barbour and

Joseph Torrey, Jr : Notes on the Microscopic Structure of Oolite, with analyses, p. 246-249. — B. K. Emerson : Description of the « Bernardston Series » of Metamorphic Upper Devonian Rocks, p. 263-275. — W. H. Melville : Metacinnabarite from New Almaden, California, p. 291-295. — C. H. Gordon : Keokuk Beds at Keokuk, Iowa, p. 295-301. — F. W. Clarke a. E. A. Schneider : Experiments upon the Constitution of the Natural Silicates, p. 303-312. — G. F. Kunz : Five new American Meteorites, p. 312-323.

Philadelphia. — Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Part I. Jan.-March 1890.

Edward Goldsmith : Pea-like Phosphorite from Polk Co., p. 10. — Hayden : Memorial Geological Award, p. 38-39. — Henri Fairfield Osborn : A review of the Cernaysian Mammalia, p. 51-63. — Joseph Leidy : Fossil Vertebrates from Florida, p. 64-65. — Theodore D. Rand : Notes on the genesis and horizons of the serpentines of South-eastern Pennsylvania, p. 76-124. — Lewis Woolman : Geology of Artesian Wells at Atlantic City, p. 132-144.

— Transactions of the Wagner Free Institute of Science. Vol. 3, 1890.

William Healey Dall : Contributions to the Tertiary Fauna of Florida with especial reference to the Miocene siliceous-beds of Tampa and the Pliocene beds of the Caloosahatchie River.

Toronto. — Proceedings of the American Association for the Advancement of Science. 38th meeting, 1890.

Section E. — Geology and Geography, p. 204-256.

Grande-Bretagne. — Londres. — Philosophical Transactions of the Royal Society of London for 1889, vol. 180.

William C. Williamson : On the Organisation of the Fossil Plants of the Coal-Measures. Part XV, p. 155-169, pl. 1-4, part XVI, p. 195-215, pl. V-VIII. — H. G. Seeley : Researches on the Structure, Organization and Classification of the Fossil Reptilia, p. 215-297, pl. IX-XXV. — William Bateson : On some Variations of *Cardium edule* apparently correlated to the Conditions of Life, p. 297-331, pl. XXVI.

— Proceedings of the Royal Society. Nos 289-294.

William C. Williamson : On the Organisation of the Fossil Plants of the Coal-measures. Part. XVII, p. 294-296.

— The Geological Magazine. Decade III, vol. VII, nos 7-10.

Smith Woodward : On a Head of *Eurycormus* from the Kimmeridge Clay of Ely, p. 289-292, pl. X. — Id. : On *Leedia problematica*, p. 292-293, pl. X. — R. N. Lucas : Notes on the Geology of Finland, p. 293-300. — J. W. Gregory : On *Rhynchopygus Woodi*, p. 300-303. — O. Fischer : On Dynamo-Metamorphism, p. 303-305. — C. J. Forsyth Major : On a Pliocene Mammalian Fauna at Olivola, p. 305-308. — F. J.

Blake : On the Base of the Sedimentary Series in England, p. 308-316. — W. M. Hutchings : On the probable origine of some Slates, p. 316-322. — R. Etheridge : On the Occurrence of the Genus *Turrilepas* and the Jaws of Annelids in the Upper Silurian Rocks of New South Wales, p. 337-340, pl. XI. — H. O. Nicholson : On *Trigonograptus* and *Didymograptus* in the Skiddaw Slates, p. 340-344. — T. Mellard Reade : Secular Straining of the Earth in Relation to volcanic Action, p. 344-347. — L. W. Fulcher : Vulcano and Stromboli, p. 347-354. — J. F. Blake : On the Base of the Sedimentary Series in England and Wales, p. 354-363. — E. Wilson : Type-Fossils in the Bristol Museum, p. 363-372. — C. de Stefani : The Foldings of the Apuan Alps, p. 372-373. — Rupert Jones : On some Fossil *Estheriæ*, p. 385-390, pl. XII. — Smith Woodward : Vertebrated Palæontology in some American and Canadian Museums, p. 390-395. — Horace W. Monckton : On the Denudation and Elevation of the Weald, p. 395-397. — Thomas R. Struthers : Tertiary and Post-Tertiary Stratigraphy, p. 397-401. — Henry Hicks : The Rocks of St. Davids, p. 401-402. — R. Lydekker : On Certain Teeth referred to *Hyænodon indicus*, p. 402-403. — Dr. Irving : Note on the Elevation of the Weald, p. 403-409. — Rupert Jones : On some small Bivalve Shells from the Karoo Formation, South Africa, p. 409-411. — E. Wilson : Fossil Types in the Bristol Museum, p. 411-416. — Edw. Jaderin : On variations of the Climate, p. 433-438. — H. Howorth : The Elevation of the Urals, p. 438-441. — J. W. Gregory : A visit to Continental Museums, p. 441-447. — A. J. Cole and E. H. Holland : On the Structure of Rhobell Fawr, p. 447-452. — E. T. Newton : On the Occurrence of Lemmings, etc., p. 452-455. — A. S. Woodward : A Visit to American Museums, p. 455-461. — Norman Glass : On the Spiral of *Spirifera glabra*, p. 461-463. — J. G. Goodchild : Note on the Weathering of Limestones, p. 463-466.

— Proceedings of the Geologists' Association. Vol. XI, 1890.

T. V. Holmes : Notes on the Nature of the Geological Record, p. 307-334.

— A Guide to the Exhibition Galleries of the department of Geology and Paleontology in the British Museum.

Part I. Fossil Mammals and Birds.

Part II. Fossil Reptiles, Fishes and Invertebrates.

— Catalogue of the Fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum.

Part IV: Anomodontia, Ecaudata, Caudata, Labyrinthodontia.

— Report of the British Association for the Advancement of Science.

Section C. — Geology, p. 551-600.

— The Quarterly Journal of the Geological Society.
Vol. XLVI, part 3. N° 183.

John W. Judd : The Propylites of the Western Isles of Scotland, and their relation to the Andesites and Diorites of the District, p. 341-386, pl. XIV-XV. — J. F.

Blake : On the Monian and Basal Cambrian Rocks of Shropshire, p. 386-421, pl. XVI. — Miss Coignou : On a new Species of Cyphasps from the Carboniferous Rocks of Yorkshire, p. 421-423. — F. Rutley : On Composite Spherulites in Obsidian, from Hot-Springs near Little Lake, California, p. 423-429, pl. XVII. — R. Lydekker : On Ornithosaurian Remains from the Oxford Clay of Huntingdonshire, p. 429-432. — J. C. Hendy : On a « Wash out » found in the Pleasley and Teversall Collieries, p. 432-438. — D. Pidgeon : On certain Physical Peculiarities exhibited by the so-called « Raised Beaches » of Hope's Nose and the Thatcher Rock, Devon, p. 438-444. — E. T. Newton : On some New Mammals from the Red and Norwich Crags, p. 444-454, pl. XVIII. — G. R. Vine : A Monograph of the Polyzoa (Bryozoa) of the Red Chalk of Hunstanton, p. 454-487, pl. XIX. — W. A. E. Ussher : On the Devonian Rocks of South Devon. p. 487-518. — S.S. Buckman : On the so-called « Upper-Lias Clay » of Down Cliffs, p. 518-522.

Cornwall. — Transactions of the Royal Society of Cornwall, vol. XI, part. IV.

Howard Fox : On the junction of Hornblende Schist and Serpentine in the Ogoour District, p. 213-220. — J. H. Teall : Metamorphism in the Hartz and West of England, p. 221-238. — Frank Rutley : On a Specimen of Banded Serpentine from the Lizard, Cornwall, p. 239-241. — Nicholas Whitley : A Geological Note, p. 242.

Dublin. — The Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. VI, part 7, 8, 9, 1890.

J. Shearson Hyland : On some Epi-Diorites of N. W. Ireland, p. 405-411. — Id.: On the Mesolite (Galactite) of Kenbane Head, p. 411-420. — Id.: On some spherulitic Rocks from Co. Down, p. 420-438. — Id.: On some specimens from Wady-Halfa, Upper Egypt, p. 438-448. — Joseph P. O'Reilly : Notes on some Assays for Gold of Rocks occurring in the Neighbourhood of Dublin, p. 450-460.

— Proceedings of the Royal Irish Academy, Ser. III, vol. I, n° 3.

W. J. Sollas : On the Occurrence of Zinnwaldite in the Granite of the Mourne Mountains, p. 379-381.

Edimbourg. — Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.

Vol. XV, Nov. 1887 to July 1888-1889.

W. G. Read : Note on the Influence of Pressure on the Solubility of Carbonate of Lime in Sea Water containing Free Carbonic Acid, p. 151-158. — Ernst Stecher : Contact-Phenomena of some Scottish Olivine-Diabases, p. 160-172. — A. Günther : Report on the Fishes obtained by Dr John Murray in Deep Water on the North-West Coast of Scotland, p. 205-220. — Alexander Johnstone : On the Action of Carbonic Acid on Olivine, p. 436-441.

Vol. XVI, Nov. 1888 to July 1889-1890.

His Grace the Duke of Argill : On certain Bodies, apparently of Organic Origin, from a Quartzite Bed near Inveraray, p. 39-65. — John Rattray : A. Revision of the Genus *Coscinodiscus* and some Allied Genera, p. 449-693, 3 planches.

— Transactions of the Edinburgh Geological Society.
Vol. VI, part 1, 1890.

Ralph Richardson : Darwin's Geological Work, p. 1-16. — Alexander Johnstone : The Classification, Determination, Distribution, Origin, and Evolution of the Normal Micas, p. 17-28. — Hugh Miller : Note on supposed High-level Shell Beds in Easter Ross, p. 28. — John Henderson : On the Succession of the Lower Carboniferous Series to the West of Edinburgh, p. 29-37. — William Pengelly : On Human Bones in a Scrobicularia Bed at Newton Abbot, Devonshire, p. 37-43. — Alexander Johnstone : On Improvements in the Methods of determining the Composition of Minerals by Blowpipe Analysis, p. 43-53. — Alleyne Nicholson : On Recent Progress in Palaeontology, p. 53-69.

— Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXXV.
Part 1-4. 1889-1890.

Archibald Geikie : The History of Volcanic Action during the Tertiary Period in the British Isles, p. 21-185, 2 cartes. — Robert Kidston : On Neuropteris plicata, Sternberg, and Neuropteris rectinervis, Kidston, p. 313-317, 1 pl. — Id. : On the Fossil Flora of the Staffordshire Coal Fields, p. 317-337, 1 pl. — Henry M. Cadell : Experimental Researches in Mountain Building, p. 337-357. — Robert Kidston : On the Fossil Plants in the Ravenhead Collection in the Free Library and Museum, Liverpool, p. 391-419, 2 pl. — Id. : On some Fossil Plants from Teilia Quarry, Gwaenysgor, near Prestatyn, Flintshire, p. 419-429, 2 pl.

Italie. — Rome. — Atti della R. Accademia dei Lincei.
285^e année. 1888. Série IV. Mem. della classe di scienze fis., matem.
e natur. Vol. V.

Artini : Quarzo di Val Malenco, p. 4-13, 1 pl. — Struever : Ulteriori osservazioni sui giacimenti minerali di Val d'Ala in Piemonte. II. L'idocrasio del banco d'idocrasio nel serpentino della Testa Ciarva al Piano della Mussa, p. 305-331, 1 pl. — La Valle : Sul diopside delle « Borne de Brous » presso Ala in Val d'Ala (Piemonte), p. 389-397, 1 pl. — Struever : Sulla forma cristallina dell'ossido cromatico, p. 519-530, 2 pl. — Artini : Studio cristallografico della cerussite di Sardegna, p. 605-623, 3 pl.

— Rendiconti pubblicati per cura dei segretari. Vol. VI. 1^{er} sem.
fasc. 8-12. 2^e sem. fasc. 1-4. 1890.

— R. Ufficio Geologico. Memorie descrittive della Carta Geologica
d'Italia.

Vol. V. 1890.

C. de Castro : Descrizione geologico-mineraria della zona argentifera del Sarrabus (Sardegna), 68 p. 6 pl. 1 carte $\frac{1}{50000}$.

— R. Comitato geologico d'Italia. Bolletino.
1890. n^{os} 5-8.

E. Fabrini : I *Machairodus* (*Magantheron*) del Valdarno superiore, p. 161-176, pl. IV-VI. — G. Ristori : Le Scimmie fossili italiane, studio paleontologico, p. 178-196, 225-237, pl. VII-VIII. — B. Lotti : Sul giacimento cuprifero di Montaione in Val d'Elsa (prov. di Firenze), p. 197-202. — R. V. Matteucci : La regione trachitica di Roccastrada (Maremma toscana), p. 237-299. — E. Cortese : Le acque sorgente nelle alte vallate dei fiumi Sele, Calore e Sabato, p. 299-308.

— Bolletino della Società geologica Italiana.

Vol. IX. 1890. n° 1.

A. Verri : La *Melania Verrii* De Stef. nel delta del Tevere pliocenico, p. 21-45. — G. B. Cacciamali : Gli elefanti fossili di val di Comino, p. 46-49. — E. de Nicolis : Nuova contribuzione alla conoscenza della costituzione della bassa pianura veronese e della relativa idrografia sotterranea, p. 50-55. — L. Bozzi : La flora carbonifera del Monte Pizzul (Carnia), p. 71-85. — M. Baratti : Fenomeni elettrici e magnetici dei terremoti, p. 86-88. — G. Antonelli : Il pliocene nei dintorni di Osimo e i suoi fossili caratteristici, p. 89-110, 1 pl. — Id. : Alcune osservazioni sui terreni e sulle sorgenti minerali del Aspio, p. 111-118. — Id. : Bradisismi di una parte della costa adriatica, p. 119-131. — C. F. Parona : Radiolarie nei nodoli selciosi del calcare giurese di Cittiglio presso Laveno, p. 132-176, 6 pl. — C. de Stefani : Sopra un'opinione del sig. L. Mazzuoli intorno all'origine della serpentina, p. 177-178. — T. Taramelli : Commemorazione del socio senatore Andrea Secco, p. 179-183.

— Bulletino del Vulcanismo italiano.

Anni XV-XVI. 1888-89. XVII. fasc. 1-3. 1890.

— Bolletino delle opere moderne straniere.

Vol. IV. n° 6. 1889. Vol. V, n° 1. 1890.

Florence. — Biblioteca nazionale centrale di Firenze. Bolletino delle pubblicazioni italiane ricevute per diritto di stampa. 1890. n°s 108-116.

Milan. — Atti della Società Italiana di scienze naturali.

Vol. XXXI.

E. Mariani : Foraminiferi della marne plioceniche di Savona, p. 91-128, 1 pl. — L. Ricciardi : Sull'azione dell'acqua del mare nei vulcani, p. 129-134. — Id. : Sulle rocce vulcaniche di Rossena nell'Emilia, p. 135-144. — F. Sacco : Note di paleoicnologia italiana, p. 151-192, pl. I, II. — A. Amighetti : Osservazioni geologiche sul terreno glaciale dei dintorni di Lovere, p. 267-276. — F. Sacco : Il bacino terziario del Piemonte. I. p. 289-398. — L. Bozzi : Sulle filliti cretacee di Vernasso nel Friuli, p. 399-406, pl. VI. — G. Mercalli : L'Isola Vulcano e lo Stromboli dal 1886 al 1888, p. 407-420.

Vol. XXXII.

Pasquale Franco : Quale fu la causa che demolì la parte meridionale del cratere del Somma, p. 65-95. — F. Sacco : Il bacino terziario del Piemonte, II, p. 135-282. III, p. 331-390.

Palerme. — *Bulletino della Reale Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo.*

6^e année. 1889. n^{os} 1-6. 1890.

— *Annales de géologie et de paléontologie publiées sous la direction du marquis Antoine de Gregorio.*

7^e et 8^e livraison. Janvier-avril 1890.

A. de Gregorio : *Monographie de la faune éocénique de l'Alabama.* 316 p. 46 pl.

Turin. — *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino.*
Vol. XXV. n^{os} 11-14. 1889-90.

F. Sacco : *Sopra una mandibola di Balaenoptera dell'Astigiana,* p. 612-618. — G. Piotti : *I minerali del gneiss di Borgone (Val di Susa),* p. 631-645. — Spezia : *Commemorazione del Socio Prof. Luigi Bellardi,* p. 691-694. — F. Virgilio : *Il Permocarbone di Valle Stretta (Alta Valle della Dora Riparia),* p. 715-725, pl. V (carte).

Osservazioni meteorologiche fatte nell'anno 1889 all'osservatorio della Università di Torino.

Inde-anglaise. — Calcutta. — *Records of the Geological Survey of India.*

Vol. XXIII. n^{os} 2,3. 1890.

Oldham : *Special report on the most favourable sites for petroleum explorations in the Harnai District, Baluchistan,* p. 57-59, 1 pl. — La Touche : *The Sapphire Mines of Kashmir,* p. 59-69, 3 pl. — Lake : *The supposed matrix of the diamond at Wajra Karur, Madras,* p. 69-72, 1 pl. — Noetting : *Notes on the Sonapet gold-field,* p. 73-78, 2 pl. — id. : *Field notes from the Shan Hills (Upper Burma),* p. 78-79. — Martin Duncan : *A description of some new species of Syringosphaeridae, with remark upon their structures,* p. 80-88, 3 pl. — Oldham : *Report on the geology and economic resources of the country adjoining the Sind-Pishin Railway between Sharigh and Spintangi, and of the country between it and Khattan,* p. 93-110, 1 carte. — Joh. Walther : *Report of a journey through India in the winter of 1888-89.* (trad. de l'allemand), p. 110-120. — La Touche : *Report on the coalfields of Lairungao, Maosandram, and Mao-be-lar-kar, in the Khasi Hills,* p. 120-124, 3 pl. — Royle : *Further note on Indian Steatite,* p. 124-130. — King : *Provisional index of the local distribution of important minerals, miscellaneous minerals, gem stones and quarry stones in the Indian Empire,* p. 130-203.

Indes-Néerlandaises. — Batavia. — *Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsh-Indië:*

Vol. XLIX. 8^e série. Vol. X. 1890.

S. Figea Onnen : *Vulkanische verschijnselen en aardbevingen in den O. I. Archipel waargenomen gedurende het jaar 1888,* p. 111-159. — C. Ph. Sluiter : *Einiges über die Entstehung der Korallenriffe in der Javasee und Brantweinsbai, und über neuere Korallenbildung bei Krakatau,* p. 360-379.

Japon. — Geological map of the Japanese Islands.

— Japanese Islands. Systems of Mountains and Rivers. $\frac{1}{3000000}$.

— Yokohama. — Transactions of the Seismological Society of Japan.

Vol. XIII. n° 2. 1890.

S. Sekiya a. Y. Kikuchi : The Eruption of Bandai-san, p. 139-222, 8 pl. — Cargill G. Knott a. C. Michie Smith : Notes on Bandai-san, p. 223-257, 3 pl.

Mexique. — Mexico. — Memorias de la sociedad científica « Antonio Alzate ».

Vol. III. n°s 7-10. Janvier-avril 1890.

Nouvelle-Zélande. — Wellington. — Colonial Museum and Geological Survey of New Zealand.

24th annual report on the Colonial Museum and Laboratory. 1890.

Catalogue of the Colonial Museum Library. 1890.

Studies in Biology for New Zealand Students. N° 4.

Reports of geological exploration during 1888-89. 1890.

Progress Report, by the Director, p. IX-LVIII. — Mc Kay : On the earthquakes of September 1888 in the Amuri District, p. 1-16. — J. Park, Mc Kay : Reports p. 17-243, planches.

Pays-Bas. — Harlem. — Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles,

Vol. XXIV. n°s 2,3. 1890.

Portugal. — Lisbonne. — Commission des travaux géologiques du Portugal.

Description de la faune jurassique du Portugal.

P. de Loriol : Embranchement des Echinodermes. 1^{er} fasc. Echinides réguliers ou endocycliques, 109 p. 18 pl.

Porto. — Revista de ciencias naturaes e sociaes, órgão dos trabalhos da sociedade Carlos Ribeiro.

Vol. I. n° 4. 1890.

Roumanie. — Jassy. — Le Bulletin de la Société des Médecins et Naturalistes de Jassy.

Vol. IV. 1-3. 1890.

Russie. — Saint-Petersbourg. — Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de Saint Pétersbourg.

VII^e Série. Tome XXXVII. n^{os} 6,7.

— Mémoires du Comité géologique.

Vol. IX. n^o 1. 1889.

Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 48. Melitopol, Berdiansk, Perekop, Berislawl. Bearbeitet von N. Sokolow. Mikroskopische Untersuchungen der krystallinischen Gesteine von E. Fedorow, 261 p. 1 carte.

Vol XI. N^o 1. 1889.

Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 126. Perm-Solikamsk. Geologische Untersuchungen am Westabhange des Urals, von A. Krasnopolsky. 2 pl.

Suède. — Stockholm. — Sveriges Geologiska Undersökning. Institut Royal Géologique de Suède.

Liste systématique des publications de l'Institut Royal Géologique de Suède. 1862-1890.

Série A. Feuilles de l'atlas géologique, avec explications.

a. Echelle de 1/50000.

N^{os} 84 (Askersund par Ed. Erdmann), 100 (Penningby par A. Blomberg), 103 (Bäckaskog par G. de Geer), 104 (Alunda par A. Blomberg), 105, 106, 107 (Vidtsköfle, Karlshamn, Sölvesborg par G. de Geer).

Série Bb. Cartes spéciales.

N^o 4. Carte de l'écorce solide des régions métallifères de la partie supérieure du gouvernement d'Örebro. Explication II. par B. Santesson. Cartes géologiques et descriptions des principaux gisements de minerais. In-4^o, 172 p. avec résumé en français de 15 p. 13 pl. 1889.

N^o 6. Carte géologique pratique des domaines de Farsta et de Gustafsberg, gouvernement de Stockholm 1/10000, avec explication in-8^o par J. Jönsson, 63 p. 1889.

Série C. Mémoires et notices.

In-4^o.

N^o 92. Praktiskt geologiska undersökningar inom Vesternorrlands Län. I. 72 p.— N^o 99. J. Chr. Moberg : Om Lias i Sydöstra Skåne, 86 p. 4 pl. — N^o 102. Praktiskt geologiska undersökningar inom Jemtlands Län. III. 34 p.

In-8^o.

93. G. Holm : Om thoraxledernas andal hos Paradoxides Tessini; Om förekomsten af en Cruziana i öfversta Olenidskiffern vid knifvinge i vreta klostern Socken i Östergötland; Om Olenellus Kjerulfii, 4 + 8 + 26 p. 1 pl. + 2 pl. — 94. E. Svedmark :

Om uralitporfyrn och hälleflintan vid Vaksala, 26 p. — 95. H. Lundbohm : Om den äldre Baltiska isströmmen i södra Sverige, 33 p. 1 pl. — 96. O. Thorell : Om aflagringarna på ömse sidor om riksgränsen uti Skandinaviens sydligare fjelltrakter, 23 p. — 97. E. Svedmark : Pyroxen och amfibolförande bergarter inom sydvestra Sveriges urberg, 21 p. — 98. G. de Geer : Om Skandinaviens nivåförändringar under kvartärperioden, 66 p. 1 pl. — 100. N. O. Holst : Om ett fynd af uroxer i Råknaby, Ryssby Socken, Kalmar Län, 21 p. 1 pl. — 101. G. de Geer : Om isdelarens läge under Skandinaviens begge nedisningar, 20 p. — 103. Hj. Lundbohm : Om granitindustrien i utlandet särskildt Storbritannien, 61 p. 3 pl. — 104. N. O. Holst : Om en mäktig kvartsit yngre än olenusskiffern; A. G. Högbom : Om kvartsit-sparagmitområdet mellan Storsjön i Jemtland och riksgränssen söder om Rogen, 48 p. 1 carte. — 105. Hj. Lundbohm : Engelska byggnads-material och byggnadssätt samt de senares tillämplighet i Sverige, 46 p. 2 pl. — 106. Hj. Lundbohm : Om bearbetning af sandsten, kalksten och talkskiffer i Storbritannien, 22 p. — 107. E. Svedmark : Meddelanden om jordstötter i Sverige, 18 p. — 108. C. J. Johansson : Iakttagelser rörande några torfmossor i södra Småland och Halland, 16 p. — M. Stolpe : Om orsakerne till rullstensåsarers uppkomst, 10 p. — 109. J. Chr. Moberg : Om en afdelning inom Ölands dictyonemaskiffer såsom motsvarighet till ceratopygeskiffern i Norge samt anteckningar om Ölands ortocerakalk, 22 p. — 110. N. O. Holst : Ryoliten vid Sjön Mien, 50 p. — 111. Hj. Lundbohm : Apatitförekomster i gellivare Malmberg och kringliggande trakt, 48 p. 3 pl. — 113. O. Torell : Apatitförekomsterna i Norrbottens Län och de af Sveriges geologiska undersökning, 12 p. — 114. T. Fegroëus : Om de lösa jordafslagringarna i några af Norrlands Elfdalar, 49 p. 2 pl. — 115. E. Mörtzell : Resenotitser från det fossilförande kambrisk-siluriska området af Vesterbottens Lappmark; G. Holm : Försteningar från Lappland, insamlade af E. Mörtzell, 15 p.

Lund. — Acta Universitatis Lundensis.

Vol. XXV, 1888-89. Mathematik och Naturvetenskap.

C. W. Blomstrand : Om Monaziten från Ural, 11 p.

Suisse. — Berne. — Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.

16^e livraison, 1890.

E. Renevier : Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises, 562 p. 7 pl.

Lausanne. — Eclogae geologicae Helvetiae. Recueil périodique de la Société géologique suisse

Vol. I, n^o 6. Juin 1890.

E. Favre et H. Schardt : Revue géologique suisse pour l'année 1889, 473-561. —

L. Duparc : Note sur la composition des calcaires portlandiens des environs de Saint-Imier, p. 562-573.

Vol. II, n^o 4. Octobre 1890.

C. Schmidt u. G. Steinmann : Geologische Mittheilungen aus der Umgebung von Lugano, p. 1-82, pl. I. — C. Schmidt : Ueber ein zweites Vorkommen von dichtem Vesuvian in den Schweizeralpen, p. 83-86.

— Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles.
3^e sér. Vol. XXV, n^o 101. Juillet 1890.

Victoria. — Melbourne. — Annual Report of the Secretary for Mines. 1889.

Reports and Statistics of the Mining Department for the quarter ended 31st March 1890 — 30th June 1890.

Séance du 17 Novembre 1890.

1^o NON PÉRIODIQUES.

Bleicher. — Notice biographique sur Charles Grad, in-8^o, 5 p. Nancy.

Cayeux, L. — Etude micrographique de la craie des environs de Lille. — Dièves à *Inoceramus labiatus*. (Extr. Ann. Soc. Géol. du Nord, T. XVII, p. 342-381, 1 pl.).

Cotteau, G. — Note sur quelques échinides du terrain crétacé du Mexique. (Extr. Bull. Soc. Géol. Fr., t. XVIII, p. 262), 2 pl.

Id. — Echinides recueillis dans la province d'Aragon (Espagne), par M. Maurice Gourdon (Ibid. p. 178).

Id. — Les Délégués des Sociétés Savantes à la Sorbonne en 1890. (Extr. Bull. Soc. des Sciences de l'Yonne. Auxerre 1890). 16 p.

Id. — La Géologie à l'Exposition universelle et dans les Congrès internationaux de 1889. (Ibid.) 26 p.

Id. — Considérations générales sur les échinides éocènes de la France. (Assoc. Franc. pour l'avancement des Sciences 1889), 6 p.

Id. — Echinides nouveaux ou peu connus (Extr. Mém. Soc. Zool. de France) 2 pl.

Id. — Description de trois Echinides vivants recueillis par le Dr J. Jullien sur les côtes de Guinée (Libéria) (Extr. Compte-rendu des séances du Congrès intern. de Zoologie, Paris 1889, p. 281.) ¼ pl.

Dana, James D. — Taconic rocks. Réunion en 1 vol. in-8^o relié des brochures suivantes :

Id. — On the crystalline limestone and the conformably associated taconic and other schists of the Green Mountain Region (Extr.

Americ. Journ. of Sc. 1872, Vol. IV. 1873, V. 1873, VI. 1877, XIII, XIV. 1879, XVII, XVIII. 1880, XIX, XX. 1881, XXI, XXII. 1882, XXIV.

Id. — Geological Age of the Taconic System (Extr. Quart. Journ. Geol. Soc. août 1882, p. 397-408).

Id. — On the southward ending of a great synclinal in the Taconic Range (id. 1884, XXVIII).

Id. — On the Decay of Quartzite, and the formation of sand, kaolin and crystallized quartz (id.).

Id. — Berkshire Geology. A paper read before the Berkshire Historical and Scientific Society at Pittsfield, Mass. 1886. 25 p.

Id. — On Taconic Rocks and Stratigraphy, with a geological map of the Taconic region. (Americ. Journ. of Science. 1885. Vol. XXIX, 1887. Vol. XXXIII).

Id. — On Lower Silurian fossils from a limestone of the original Taconic of Emmons (id. 1886. Vol. XXXI).

Id. — A brief history of Taconic ideas (id. 1888. Vol. XXXVI).

Gaudry, Albert. — Les Progrès de la Paléontologie (Rev. génér. des Sciences pures et appliquées, n° 15, p. 465).

Gemmellaro, G. G. — I Crostacei dei calcari con Fusulina della valle del fiume Sosio nella provincia di Palermo in Sicilia (Extr. Mem. Soc. Ital. delle Scienze. Ser. III. T. VIII. N° 1, in-4°. Naples 1890, 40 p. 5 pl.).

Gosselet, J. — Deux excursions dans le Hundsrück et le Taunus. (Extr. Ann. Soc. Géol. du Nord, T. XVII, p. 300-342).

Id. — Etude sur les travaux de Charles Lory (Extr. Bull. Soc. Belge de Géologie, T. IV, p. 56-73).

Margerie, Emm. de. — Note sur la Structure des Corbières. (Bull. des Services de la carte géol. de la France, T. II, n° 17) 36 p. 1 pl.

Id. — Europe hypsométrique. — France hypsométrique et géologique. 2 cartes. (Atlas de géogr. moderne, feuilles 7 et 11).

Priem, F. — Cours de géologie. Paris 1890. 304 p.

Rüttimeyer, L. — Uebersicht der eocänen Fauna von Egerkingen nebst einer Erwiderung an Prof. E. D. Cope. (Extr. Verh. d. Naturf. Gesellsch. in Basel. Vol. IX. N° 2, 34 p.).

Seunes, Jean. — Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France. Paris 1890, 250 p. 9 pl. et 1 carte. (Extr. Ann. des Mines. 8^e série, T. XVIII).

2^o PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, T. CXI, n^{os} 17 à 19.

A. F. Noguès : Mouvements sismiques du Chili; tremblements du 23 mai 1890, p. 616. — J. Thoulet : Expériences sur la sédimentation, p. 619. — A. Badoureau : Théorie de la sédimentation, p. 621. — Armand Viré : Etude sur les ateliers de polissage néolithiques de la vallée du Lunain et sur le régime des eaux à l'époque de la pierre polie. — A. de Lapparent : Sur la formation des accidents de terrain appelés rideaux, p. 660. — Stanislas Meunier : Contribution expérimentale à l'histoire des dendrites de manganèse, p. 661. — A. Michel Lévy. — Sur les moyens 1^o de reconnaître les sections parallèles à g^1 des feldspaths, dans les plaques minces des roches; 2^o d'en utiliser les propriétés optiques, p. 700.

— Journal des Savants. Sept. et oct. 1890.

— Paléontologie Française.

Cotteau : Terrains tertiaires, Eocène, Echinides, T. II. feuilles 4 et 5 et 8 à 10, pl. 213-224 et 237-248.

Marquis de Saporta : Ephédrées; Spirangiées et types proangiospermiques, T. IV, feuilles 18-22, pl. 41-57.

— Bulletin de la Société Botanique de France, 2^e Série, T. XII, 4^e fasc.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, 4^e Série, T. I. 2^e fasc.

— Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. 2^e Série. T. IV. 2^e fasc.

— L'Anthropologie, T. I, n^o 5.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français, oct. 1890, n^o 7.

— La Nature, n^o 910.

— Le Naturaliste. n^{os} 88 et 89.

H. Boursault, Phosphates sableux des environs du Cateau (Nord), p. 246.

— Association Française pour l'avancement des Sciences. Compte-rendu de la 18^{me} session. Seconde partie. Notes et Mémoires (*Don de M. Schlumberger*).

G. Carrière : Etudes stratigraphiques concernant le département d'Oran, p. 390-403, pl. VIII. — J. Wohlgemuth : Sur la cause du changement de lit de la Moselle, ancien affluent de la Meuse, p. 403-408, pl. IX. — E. Ficheur : Géologie de l'Ouarsenis. — Sur la présence de la « *Terebratula diphyra* » dans l'Oxfordien, p. 409-424.

— Nicolas : Insectes fossiles d'Aix, p. 424-432. — V. Gauthier : Contribution aux échinides d'Algérie : deux types jurassiques nouveaux, p. 433-436, pl. X. — Szabo : Les mines d'opale en Hongrie, p. 436-449. — Colteau : Considérations générales sur les échinides éocènes de la France, p. 449-454. — Danton : Sur une preuve scientifique de l'origine ignée de la terre, p. 455. — Id. : Notes sur la Géologie de l'Ouest de la France, p. 456-459. — E. Rivière : Grotte de la Combe ou des Deux-Goules (Alpes-Maritimes), p. 459-462. — Ed. F. Honnorat-Bastide : Formes nouvelles d'ammonites, de bélemnites et de Crioceras, p. 462-466, pl. XI. — A. Caraven-Cachin : La grotte de Roset, près Puicelcy (Tarn), p. 467-476. — Id. : Le poudingue de Palassou sur le versant sud-ouest du Plateau Central, p. 476-486.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linnéenne du Nord de la France. T. X, n^{os} 219 et 220.

Caen. — Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 4^e Série, 4^e vol. 1^{er} et 2^e fasc.

L. Lecornu : Sur le bassin silurien de la Brèche au Diable, p. 49.

— Bulletin mensuel de la Commission météorologique du Calvados. Janvier à juin 1890.

Carcassonne. — Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude. T. I.

Abbé Ed. Baichère : Comptes-rendus scientifiques d'excursions faites par la Société, Aperçus géologiques : Au mont Alaric, p. 9 ; à l'étang de Marseillette, p. 30 ; à la Malepère, p. 75. — A. Respaud : Compte-rendu de l'excursion à l'île Ste-Lucie et à la Franqui, p. 110.

Moulins. — Revue Scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France. 3^e année, n^o 11.

Saint-Etienne. — Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minière. Oct. 1890.

Valenciennes. — Revue de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Valenciennes. T. XLI, n^o 10.

Allemagne. — Berlin. — Sitzungsberichte der kön. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

1890. N^{os} 20-40.

Baumhauer : Ueber die Abhängigkeit der Ätzfiguren des Apatit von der Natur und Concentration des Ätzmittels, p. 447-465. — Rammelsberg : Ueber die chemische Natur der Turmaline, p. 677-688. — Klein : Krystallographisch-optische Untersuchungen, vorgenommen an Rhodizit, Jeremejewit, Analcim, Chabasit und Phakolit, p. 703-734.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Beilage-Band VII. N° 2.

Weinschenk : Beiträge zur Petrographie Japans, p. 133-151. — Wülfing : Beiträge zur Kenntniss des Kryokonit, p. 152-174. — Czapski : Krystallrefractometer nach Abbe, p. 175-200, pl. III. — Pockels : Ueber die Aenderungen des optischen Verhaltens und die elastischen Deformationen dielektrischer Krystalle im elektrischen Felde, p. 201-231. — Traube : Ueber den Molybdän-Gehalt des Scheelits und die Trennung der Wolframsäure von der Molybdänsäure, p. 232-245. — Wermbter : Der Gebirgsbau des Leinethals zwischen Greene und Banteln, p. 246-294, pl. IV.

Etats-Unis. — New-Haven. — The American Journal of Science. Vol. XL. N° 239. Nov. 1890.

B. K. Emerson : Description of the « Bernardston Series » of Metamorphic Upper Devonian Rocks, p. 362-374. — P. E. Browning : Analysis of Rhodochrosite from Franklin Furnace, New Jersey, p. 375-376. — W. F. Hillebrand : Occurrence of Nitrogen in Uranite and composition of Uranite in general., p. 384-394. — S. L. Penfield : Anthophyllite from Franklin, Macon Co., N. C. p. 394-397. — P. Max Foshay : Preglacial drainage and recent geological history of Western Pennsylvania, p. 397-403. — F. W. Mar : On the so-called Perovskite from Magnet Cove, Arkansas, p. 403-405. — F. W. Carke a. E. A. Schneider : Experiments upon the Constitution of the Natural Silicates, p. 405-415.

Grande-Bretagne. — Londres. — The Geological Magazine. Dec. III. Vol. VII, n° 41, n° 317. Nov. 1890.

J. W. Gregory : Australian Tertiary Echinoidea, p. 481-492, pl. XIII-XIV. — W. Upham : Quaternary changes of levels, p. 492-497. — G. H. Morton : The Bunter and Keuper Formations near Liverpool, p. 497-505. — A. Somervail : The nature and origin of the banded rocks of the Lizard district, p. 505-513. — W. Whitaker : Sites for coal-search in the South East of England, p. 514-516. — H. Hicks : On Pre-Cambrian rocks occurring as fragments in Cambrian conglomerates, p. 516-518.

— The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLVI, 4^e partie, n° 184.

J. W. Spencer : Origin of the basins of the Great Lakes of Amerika, p. 523-533. — T. Rupert Jones : On some Devonian and Silurian Ostracoda from North America, France, and the Bosphorus, p. 534-556, pl. XX-XXI. — A. Irving : On the plateau-gravels of East Berks, and West Surrey, p. 557-565. — J. W. Davis : On a new species of Coccodus, p. 565-569, pl. XXII. — Miss Gardiner : Contact-alteration near New Galloway, p. 569-581, pl. XXIII. — O. A. Shrubsole : On the valley-gravels about Reading, with especial reference to the Palaeolithic Implements found in them, p. 582-595. — Sir J. W. Dawson : On burrows and tracks of invertebrate animals in palaeozoic rocks and other markings, p. 595-619. — G. H. F. Ulrich : On the discovery, mode of occurrence and distribution of the Nickel-iron Alloy Awaruite on the West Coast of the South Island, New Zealand, p. 619-632, pl. XXIV.

Newcastle-upon-Tyne. — North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. 28 oct. 1890.

Italie. — Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. 287^e année. 4^e Sér. Vol. VI. fasc. 5.

Florence. — Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Bolletino delle pubblicazioni italiane ricevute per diritto di stampa. N° 147. 15 nov. 1890.

Japon. — Tokyo. — The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Vol. III. 4^e partie. 1890.

Yasushi Kikuchi : On Cordierite as Contact Mineral, p. 312-334.

Mexique. — Mexico. — Memorias de la Sociedad científica « Antonio Alzate ». T. III. n° 11, 12. 1890.

E. Ordóñez : Los hierros meteóricos de México, p. 305-309.

Russie. — Moscou. — Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1889, n° 4.

M. Pavlow : Etudes sur l'histoire paléontologique des ongulés. IV. Hipparion de la Russie. V. Chevaux pleistocènes de la Russie, p. 653-716, pl. VII-IX. — W. Sokoloff : Kosmischer Ursprung der Bitumina, p. 720-739.

Année 1890, n° 1.

Séance du 1^{er} Décembre 1890

1^o NON PÉRIODIQUES.

Bayley, W. S. — A Summary of Progresses in Mineralogy and Petrography in 1889 (Extr. Americ. Naturalist, p. 46-50, 169-174, 1-6, 258-263, 438-444, 522-529, 718-723, 811-815, 906-911, 1003-1010, 1089-1093).

Carez, L. — Revue annuelle de géologie (Extr. Rev. gén. Sc. pures et appliquées, n° 18, p. 576-584.

Dames, W. — Ueber die Schichtenfolge der Silurbildungen Gotlands und ihre Beziehungen zu obersilurischen Geschieben Norddeutschlands (Extr. Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1890, n° XLII, 19 p.).

Id. — *Anarosaurus pumilio* nov. gen. nov. sp. (Extr. Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1890. p. 74-86. pl. I).

Id. — Ueber Vogelreste aus dem Saltholmskalk von Limhamn bei Malmö (Extr. Bihang till k. Svenska Vet-Akad. handlingar. Vol. XVI, 4^e partie, n° 1, 12 p., 1 pl.).

Foresti, Lodovico. — *Sepia Bertii* Foresti (Extr. Boll. d. Soc. geol. Ital. Vol. IX, fasc. 1, 5 p., 1 pl.).

Gaudry, A. — Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Fossiles secondaires, 322 p., 403 fig.

Lasne, H. — Sur les mouvements gyrotoires de l'atmosphère et sur la composante verticale du vent (Extr. Compte-rendu Congrès Météor. internat., 20 p.).

Id. — Sur les terrains phosphatés des environs de Doullens. Etage sénonien et terrains superposés (Extr. B. S. G. F. 3^e série, t. XVIII).

Id. — Identité de composition de quelques phosphates sédimentaires avec l'apatite (Extr. C. R. Ac. Sc. Juillet 1890).

Lima, Wenceslau de. — Noticia sobre as camadas da serie permocarbonica do Bussaco (Extr. Commun. da Commiss. dos Trabalh. geol., t. II, fasc. 2, 24 p., 1 pl.).

Id. — Note sur un nouveau *Eurypterus* du Rothliegendes de Bussaco (Portugal) (ibid. 5 p., 1 pl.).

Moureaux, Th. — Sur la construction des cartes magnétiques. Paris, 1890, 42 p.

Wohlgemuth, J. — Recherches sur le jurassique moyen à l'est du bassin de Paris. Paris, 1883, 340 p., 4 pl., 1 carte.

2^o PÉRIODIQUES

France. — Paris. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CXI, n^{os} 20 et 21.

II. Lasne : Sur l'origine des rideaux en Picardie, p. 763. — A. Dautbree : Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz doués d'une très forte pression et d'un mouvement rapide, p. 767. — A. Lacroix : Sur une roche éruptive de l'Ariège et sur la transformation des feldspaths en Wernérite, p. 803.

— Annales des Mines. 8^e série, T. XVIII, 4^e livr.

— Ministère des Travaux publics. — Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des Topographies souterraines.

(N^o 14). G. F. Dollfus : Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris, 68 p., 1 carte, 16 coupes. — (N^o 15). Le Verrier : Notes sur les formations géologiques du Forez et du Roannais, 68 p., 41 fig., 4 pl. — (N^o 16). W. Kilian et F. Leenhardt : Notes sur les sables de la vallée d'Apt, p. 1-15. — Depéret et Leenhardt : Note sur la découverte de l'horizon de Montaignet à Bulimus Hopei, dans le bassin d'Apt, p. 16-18, 1 pl. — Depéret : Note sur le Pliocène et sur la position stratigraphique des couches à Congéries de Thézières (Gard), p. 19-28. — (N^o 17). E. de Margerie : Note sur la structure des Corbières, 36 p., 3 fig., 1 pl.

— La Nature. N^{os} 912 et 913.

— Le Naturaliste. 2^e série, n^o 90.

E. Trouessart : Mammifères fossiles de la République Argentine, p. 271-272. — M. Boule : L'Homme fossile de Chancelade, p. 277-278.

Evreux. — Recueil des Travaux de la Société libre d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres de l'Eure. IV^e série, t. VII.

Toulouse. — Service hydrométrique du bassin de la Garonne. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1888. 1 vol., texte, atlas, 6 pl.

Allemagne. — Gotha. — Dr A. Petermanns Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt.

Vol. XXXVI, 1890, n^o 11.

F. Ratzel : Versuch einer Zusammenfassung der wissenschaftlichen Ergebnisse der Stanleyschen Durchquerung, p. 257-262. — Jos. Damian : Der Molveno-See in Tirol, p. 262-270, pl. XIX.

Ergänzungsheft, n^o 99.

V. Höhnel : Ostäquatorial-Afrika zwischen Pangani und dem neuentdeckten Rudolf-See, 44 p., 3 cartes.

Autriche-Hongrie. — Cracovie. — Akademia Umiejetnosci w Krakowie. Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie.

1890, Octobre.

M. Raciborski : Ueber eine fossile Flora in der hohen Tatra, p. 230-232.

— Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej.

T, XXII, 1888.

J. Siemiradzki : O wieku konglomeratów wapiennych w okolicy Kielec i Checin, p. 181-183.

T. XXIII, 1889.

Stan. Zareczni : Studyja geologiczne w Krakowskim okregu przez Dra, p. 1-35. — Wl. Szajnocka : O stratigrafii pokladow sylurskich galicyjskiego Podola, p. 185-200.

T. XXIV, 1889.

— Rozprawy i Sprawozdania z Posiedzen wydzialu matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejtnosci.

T. XIX, 1889.

T. XX, 1890.

F. Kreutz : O granitach wolynskich zawierajacych turmalin lub granaty, p. 33-54, pl. I. — F. Tondera : Rosliny kopalne z pokladow weglowych Dabrowy i Golonogu, p. 292-323.

— Atlas geologiczny Galicyi. 1/75000.

Livr. I, 1887.

A. Alth et Fr. Beniasz : feuilles XIII, 8 (Monasterzyska) ; XIII, 9 (Tysmienica Tlumacz) ; XIV, 9 (Jagielnica-Czernelica) ; XIV, 10 (Zaleszczyki). Avec texte explicatif in-8°, 79 p.

Livr. II, 1888.

Rud. Zuber : feuilles XII, 10 (Nadworna) ; XII, 11 (Mikuliczyn) ; XII, 12 (Zabie) ; XIII, 11 (Kuty) ; XIII, 12 (Krzyworownia) ; XII-XIII, 13 (Popadia-Hryniawa). Avec texte explicatif, in-8°.

— Pamietnik Akademii Umiejtnosci w Krakowie. Wydzial matematyczno-przyrodniczy.

T. XVI, 1889.

E. Dunikowski : O gabkach cenomanskich z warstwy fosforytowej Podola galicyjskiego, p. 70-87, pl. I-III. — W. Szajnocha : Pholadomyocardia Jelskii n. g. n. sp., p. 88-92, pl. IV. — Fr. Tondera : Op'is flory kopalnej pokladow weglowych Jaworzna, Dabrowy i Sierzy, p. 173-220, pl. XIII-XIV.

T. XVII, 1890.

J. Siemiradzki : O mieczakach glownogich brunatnego jura w Popielanach na Zmudzi, p. 46-72, 114-127, pl. 1-IV. — T. Wisniowski : Mikrofauna ilow ornatowych okolicy Krakowa. Czesc I. Otwornice gornego Kellowayu w Grojcu, p. 181-242, pl. VIII-X.

Prague. — Sitzungsberichte der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Mathem.-naturw. Classe.

1890, I.

Ph. Počta : Ueber den Inhalt eines Quarzknollens von Ruditz, p. 60-68, pl. III. — Fr. Wurm : Melilithbasalte zwischen Böhm. Leipa und Schwojka, p. 35-38. — Id. : Ueber die Grünsteine der Schluckenauer und Nixdorfer Gegend, p. 130-136.

1890, II.

Zahalka : O nové fossilni spongii Solidonodus Počtai, p. 72-75, pl. I.

— Jahresbericht der königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften für das Jahr 1889.

— Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. 1889-90. 7^e série, t. III.

Ph. Počta : O rudistech, vymřelé čeledi mlzu z českého křídového útvaru, 92 p., 6 pl. — J. Velenovsky : Květena českého cenomanu, 75 p., 6 pl. — Ot. Feistmantel : Uebersichtliche Darstellung der geologisch-palaeontologischen Verhältnisse Süd-Afrikas. I. Theil. Die Karoo-Formation und die dieselbe unterlagernden Schichten, 89 p., 4 pl.

États-Unis. — New-York. — Bulletin of the American Museum of Natural History.

Vol. III, articles 1, 2, 5, 6.

Ezra Brainerd a. H. M. Seely : The Calciferous Formation in the Champlain Valley, p. 1-23, 5 pl. — R. P. Whitfield : Observations on the Fauna of the Rocks at Fort Cassin, Vermont, with Descriptions of a few New Species, p. 24-39, 3 pl. — Id. : Observations on a Fossil Fish from the Eocene Beds of Wyoming, p. 117-120. — Id. : Description of a New Genus of Inarticulate Brachiopodous Shell, p. 121-122.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Geologists Association.

Vol. XI, août 1890.

H. B. Woodward : On the Pleistocene (Non-Marine) Mollusca of the London District, p. 335-388. — H. J. Johnston-Lavis, p. 389-423. — W. Hind : Notes on the curious Appearance produced by the natural bisection of some spherical concretions in a Yoredale-Sandstone quarry, p. 424-426. — C. A. Mc Mahon : On the manufacture of serpentine in Natures laboratory, p. 427-439. — T. Pearson Moody : On the occurrence of amberite in coal, at Kawa Kawa Colliery, Bay of Islands, New Zealand, p. 440-444. — G. S. Boulger : Note on a new species of Capulus, p. 445-449, pl. IV. — H. W. Monckton : On an instance of recent erosion near Stirling, p. 450-453. — G. F. Monckton : The auriferous series of Nova Scotia, p. 454-463. — H. M. Klaassen : The pebbly and sandy beds overlying the Woolwich and Reading series on and near Addington Hills, Surrey, p. 464-472. — J. Lewis Abbott : Notes on some Pleistocene sections in and near London, p. 473-480.

Cambridge. — Proceedings of the Cambridge Philosophical Society.

Vol. VII, 2^o partie, 1890.

A. C. Seward: Notes on *Lomatophloios macrolepidotus* (Goldg.), p. 43-47, pl. III.

Italie. — Rome. — Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emanuele di Roma. Bolletino delle opere modernè straniere.

Vol. V, n^o 2, févr. 1890.

Mexique. — Mexico. — Memorias y revista de la Sociedad científica « Antonio Alzate ».

T. IV, n^{os} 1, 2.

Victoria. — Melbourne. — Natural History of Victoria. Prodrum of the Zoology of Victoria. Decade XX, 1890.

Séance du 13 Décembre 1890

1^o NON PÉRIODIQUES.

Botella, Don Federico de B. y de Hornos. — Los terremotos de Málaga y Granada (Extr. Bol. de la Soc. Geogr. de Madrid. t. XVII, 1885, 30 p., 2 cartes).

Cadell, Henry M. — Experimental researches on mountain building (Extr. Transact. of the R. Soc. of Edinburgh. Vol. XXXV, part 7, p. 337-357, 27 fig.).

Cappellini, G. — Sul coccodrilliano gavioloide (*Tomistoma calaritanus*) scoperto nella collina di Cagliari nel 1868 (Extr. R. Accad. d. Lincei. Mem. della classi di sc. fis., mat. e nat. Vol. VI, 29 p., 4 pl.).

Carnot, Ad. — Sur les sources minérales de Cransac (Aveyron) (Extr. C. R. Ac. Sc. Juillet 1890).

Id. — Minerais de fer de la France, de l'Algérie et de la Tunisie analysés au bureau d'essais de l'Ecole des Mines de 1845 à 1889 (Extr. Ann. Mines. Août 1890, 163 p.).

Compañia Huanchaca de Bolivia. — Notice sur les mines, usines et propriétés de la Compagnie, in-8^o. Paris, 1889, 28 p., 2 pl.

Daulrée, A. — La génération des minéraux métalliques dans la pratique des mineurs du moyen-âge (Extr. Journ. savants, Juin 1890, 27 p.).

Id. — Expériences sur les déformations que subit l'enveloppe solide d'un sphéroïde fluide, soumis à des efforts de contraction : applications possibles aux dislocations du globe terrestre (Extr. C. R. Ac. Sc. Mai 1890).

Ficheur, E. — Description géologique de la Kabylie du Djurjura. Etude spéciale des terrains tertiaires, in-8°. Alger, 1890, 474 p., 2 cartes géol.

Fournier, E. — Esquisse géologique des environs de Marseille, in-8°. Marseille, 1890, 102 p., 21 pl.

Fritsch, Ant. — Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. Bd. III. Heft 1. Selachii (Pleuracanthus. Xenacanthus). P. 1-48, pl. 91-102.

Green, W. R. — Prof. Jas. D. Dana's « Characteristics of Volcanoes ». Honolulu, 1890, in-8°, 15 p.

Jones, T. Rupert. — On some Devonian and Silurian Ostracoda from North America, France and the Bosphorus (Extr. Quart. Journ. Vol. XLVI, p. 534-556, pl. XX, XXI).

Kilian, W. — Annuaire du Club-Alpin Suisse pour 1888-89 (Extr. Annuaire Soc. Touristes du Dauphiné. In-8°, 9 p.).

Omboni, G. — Il cocodrillo fossile (Steneosaurus Barettoni, Zigno) di Treschè, nei Sette Comuni (Extr. *Atti del R. Istituto veneto di scienze, lett. ed arti.* T. I, ser. VII, p. 987-1006, 2 pl.).

Sekiya. — Modèle représentatif de la marche d'un tremblement de terre (Extr. ?) 4 p, in-4°, 2 pl.

Tchihatchef, P. de. — Etudes de géographie et d'histoire naturelle. Florence, 1890, 1 vol. in-8°, 263 p.

Verbeek, R. D. M. — Rapport sommaire sur l'éruption de Krakatau, les 26, 27 et 28 août 1883 (Extr. *Archives néerlandaises*, T. XIX, 22 p.).

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CXI, nos 22 et 23.

G. de Saporta : Sur de nouvelles flores fossiles, observées en Portugal, et marquant le passage entre les systèmes jurassique et infracrétacé, p. 812. — A. Michel-Lévy et A. Lacroix : Indices de réfraction principaux de l'anorthite, p. 846. — J. Seunes : Sur la présence de rudistes dans le flysch à orbitolines de la région sous-pyrénéenne du département des Basses-Pyrénées (Vallée du Saison), p. 847. —

Daubrée : Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches des gaz doués de très fortes pressions et d'un mouvement très rapide, p. 857. — Ch. Depéret et Fr. Leenhardt : Sur l'âge des sables et argiles bigarrés du sud-est, p. 893.

— Bulletin de la Société Zoologique de France. T. XV, nos 8 et 9.

— Bulletin de la Société Botanique de France. 2^e série, T. XII, déc. 1890.

— Bulletin de la Société française de Minéralogie. T. XIII, n^o 8.

L. Michel : Célestine de Brousseval (Haute-Marne), p. 319-321. — Ch. Frossard : Gisements de dipyre dans les Pyrénées françaises, p. 321-323.

— L'Anthropologie, T. I, n^o 6.

— Société de géographie. Compte-rendu des séances de la Commission centrale. 1890, nos 14 et 15.

— Bulletin mensuel du Club Alpin français. 1890, n^o 8.

— La Nature. Nos 914 et 915.

— Le Naturaliste. 2^e série, n^o 91.

Stanislas Meunier : Excursion géologique publique du Muséum d'histoire naturelle de Paris, p. 281-283.

— Ministère des Travaux publics. Etudes des gites minéraux de la France.

Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinaç. Fasc. II. Flore fossile. Première partie par M. R. Zeiller, 1 vol. 304 p., 1 atlas 27 pl.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linnéenne du Nord de la France, n^o 221.

Lille. — Annales de la Société géologique du Nord. T. XVIII, feuilles 4-5.

J. Gronnier : Description géologique du canton de Trélon, p. 1-80.

Saint-Etienne. — Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale. Nov. 1890.

Visites aux mines de Saint-Eloy (Puy-de-Dôme), p. 213-219, et au bassin de Menat (Puy-de-Dôme), p. 219-223, 3 pl.

Australie. — Melbourne. — Transactions of the Geological Society of Australasia.

Vol. I, part V, 1891.

R. von Lendenfeld: An exploration of the Victorian Alps, p. 119-133. — J. Stirling: Notes on Mount Bogong, p. 134-136. — T. P. Moody: On the occurrence of Amberite, Ambrite, or Fossil Gum, in a Coal-Seam at Kawakawa Colliery, Bay of Islands, New Zealand, p. 137-141. — J. Stirling: Annual Address, p. 142-147. — Fr. Danver Power: Notes on the crystalline rocks of Bethanga (Vic.), p. 148-154.

— List of Members of the Geological Society of Australasia.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

1890, nos 10-13.

K. A. Weithofer: Ueber Tithon und Neocom der Krim, p. 195-199. — G. Geyer: Bericht über die geologischen Aufnahmen im Gebiete der krystallinischen Schiefer von Judenberg, Neumarkt und Obdach in Steiermark, p. 199-205. — C. M. Paul: Reisebericht aus Mähren, p. 213-216. — C. Frh. v. Camerlander: Die Zone krystallinischer Schiefer längs der March- und Bordtiefenlinie, p. 216-222. — L. von Tausch: Erster Reisebericht des Sectionsgeologen der III. Section, p. 222-224. — E. Tietze: Die Gegend zwischen Mährisch-Trübau und Boskowitz, p. 225-229. — C. Frh. v. Camerlander: II. Aufnahmebericht, p. 229-235. — Joh. Böhm: Flysch des Fürberges, Sulzberges, Teissenberges und von Muntägl mit den Nierentalschichten, p. 241-242. — H. Hörnes: Zur Geologie Untersteiermarks (VI. VII), p. 243-249. — L. C. Moser: Vorkommen von Mercur bei Mance, p. 249-250. — H. Lechleitner: Eine eigenthümliche Ausbildung der Gosauformation in Brandenburg, p. 250-252.

— Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch.

Vol XXXVIII, n° 4.

A. Gouvy: Das Berg- und Hüttenwesen auf der Pariser Weltausstellung 1889, p. 341-392, pl. XV-XX.

Buda-Pesth. — Societas Scientiarum Naturalium Hungarica.

— Daday: Myriapopoda regni Hungariae. In-4°, 126 p., 3 pl.

— Ulbrich: Analysis vini. In-8°, 116 p.

— Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn.

Vol. VI.

K. Zimányi: Krystallographische Untersuchungen des Baryts und Cölestins vom Dobogó-Berge, p. 122-126. — W. Hankó: Chemische Analyse des Nagyáger Sylvanit und Nagyágit, p. 190-200.

Vol. VII.

A. Franzeneau: Die Foraminiferen-Fauna des Mergels neben dem Buda-Eörser Wege, p. 61-90, pl. III-IV.

États-Unis. — Boston. — Proceedings of the Boston Society of Natural History.

Vol. XXIV, n° 3, 4. 1890.

A. F. Foerste : The palaeontological horizon of the limestone at Nahant, Mass., p. 261-263. — Id. : Notes on Clinton group fossils, with special reference to collections from Indiana, Tennessee and Georgia, p. 263-354, pl. V-IX. — J. Marcou : Reply to the questions of M^r Selwyn on Canadian geological classification for Quebec, p. 337-364. — G. Fr. Wright : Climatic condition of the glacial period, p. 424-450. — Warren Upham : The growth, culmination, and departure of the quaternary ice-sheets, p. 450-455. — Fr. Leverett : Changes of climate as indicated by interglacial beds and attendant oxidation and leaching, p. 455-459. — N. S. Shaler : Note on glacial climate, p. 460-465. — Warren Upham : Remarks on glacial climate, p. 465. — W. O. Crosby : Remarks on boulder-clay in the vicinity of Boston, p. 466. — S. S. Scudder : Remains of Coleoptera, p. 467. — Id. : Physiognomy of the American tertiary Hemiptera, p. 562-579. — N. S. Shaler : Note on the value of saliferous deposits as evidence of former climatal conditions, p. 585. — H. Saville : The Sanborn boulder, p. 586.

— Memoirs of the Boston Society of Natural History.

Vol. IV, nos 7-9.

N° 8. R. Tracy Jackson : Phylogeny of the Pelecypoda, the Aviculidae and their Allies, p. 277-400, pl. XXIII-XXX. — N° 9. S. S. Scudder : New types of cockroaches from the carboniferous deposits of the United States ; New carboniferous Myriapoda from Illinois ; Illustrations of the carboniferous Arachnida of North America, of the orders Anthracomarti and Pedipalpi ; The Insects of the Triassic beds at Fairplay, Colorado, p. 401-472, pl. XXXI-XLIII.

Granville (Ohio). — Bulletin of the Scientific Laboratories of Denison University.

Vol. V.

W. F. Cooper : The Waverly Group, p. 24-32. — Id. : Tabulated List of Fossils known to occur in the Waverly of Ohio, p. 33-34.

New-Haven. — The American Journal of Science, 3^d ser. Vol. XL, n° 240. Déc. 1890.

James D. Dana : Long Island Sound in the Quaternary Era, with observations on the submarine Hudson River Channel, p. 426-437, pl. X. — J. W. Spencer : The Deformation of Iroquois Beach and Birth of Lake Ontario, p. 443-451. — J. Fr. Williams : Eudialyte and Eucolite, from Magnet Cove, Arkansas, p. 457-462. — James C. Graham : On a peculiar method of sand-transportation by rivers, p. 476. — J. S. Diller : Note on the cretaceous rocks of Northern California, p. 476-478. — L. V. Pirsson : On the Fowlerite variety of Rhodonite from Franklin and Stirling, N. J., p. 484-488. — S. L. Penfield : Some observations on the Beryllium minerals from M^t Antero, Colorado, p. 488-491.

Grande-Bretagne. — Londres. — The Geological Magazine.

N. S. Dec. III, Vol. VII, n° 12. Dec. 1890, n° 318.

H. Woodward : On a new British Isopod, p. 529-533, pl. XV. — T. G. Bonney : Note on the effect of pressure upon serpentine, p. 533-542. — A. H. Foord a. G. C. Crick : A revision of the group *Nautilus elegans*, Sby., p. 542-553. — T. Rupert Jones : On some fossils from Central Africa, p. 553-558. — J. Jukes Browne : The high continental elevation of America, p. 561. — Irving : Note on dynamic metamorphism, p. 562-564.

Italie. — Rome. — Bolletino del. R. Comitato geologico d'Italia. Ser. III, vol. I, n^{os} 9, 11. Sept. oct. 1890.

L. Mazzuoli : Le argille scagliose nelle Galleria di Pratolino presso Firenze, p. 321-329, 1 pl. — F. Sacco : Il bacino quaternario del Piemonte, p. 329-393, 1 carte, — H. Rosenbusch : Sulla interpretazione del terreno primitivo (trad. de l'allemand par V. Novarese), p. 394-408.

— Atti della R. Accademia dei Lincei, Ann. CCLXXXVII, 1890. Ser. IV, vol. VI, fasc. 6, 7.

Florence. — Atti della Società Toscana di Scienze Naturali.

Processi verbali. Vol. VII, 6 juin 1890.

M. Canavari : Notizie paleontologiche, p. 130-131.

— Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Bolletino delle Pubblicazioni italiane. N^o 118, 30 nov. 1890.

Japon. — Yokohama. — Transactions of the Seismological Society of Japan. Vol. XV.

L. E. Bertin : De l'oscillographe double et de son emploi pour l'étude du roulis et du tangage, p. 1. — F. A. Forel : The « Seiches » of Lakes, p. 17. — John Milnes : Seismometry as applied at Railway Trains, p. 23. — W. B. Mason : Times of occurrence of earthquakes at telegraph station in Central Japan, p. 31. — C. G. Knott : M. de Ballorés. Calculations on Earthquake Frequency, p. 41. — N. O. Otsuka : The Kumamoto earthquake of July 28th, 1889, p. 47. — J. E. Pereira : Earthquakes felt in Yokohama, p. 63. — W. G. Forster : Earthquake origin, p. 73. — John Milne : Diagrams of earthquakes recorded at the Chirikyoku in Tokyo, p. 93. — Id. : Report on earthquake observations made at the Chirikyoku during the year 1887, p. 99. — Id. : Catalogue of earthquakes, February 1887 to April 1890, p. 127. — Id. : Earthquakes in connection with electric and magnetic phenomena, p. 135. — Constructions in earthquake countries, p. 163.

Séances du 5 et du 19 Janvier 1891.

1° NON PÉRIODIQUES.

Choffat, Paul. — Le tertiaire de Fort-du-Plasne, extrait d'une lettre de l'auteur à M. Abel Girardot, 5 p. (Extr. *Mém. Soc. d'Emul. du Jura*).

Id. — Sur une station préhistorique à Obidos et sur la dispersion de l'*Ostrea edulis* aux temps préhistoriques (Extr. *Comm. da Comissão dos trabalhos geol.* t. II, fasc. II, p. 158-160).

Delvaux, E. — Discours prononcé sur le cercueil de Jean Ortlieb, chimiste. In-8°, 3 p. Liège, 1890.

Draghicénu, Math.-M. — Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte des Königreiches Rumänien (Extr. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1890, vol. XL, n° 2, 24 p., 1 carte 1/800.000).

Fabrini, Emilio. — I Machairodus (Meganthereon) del Valdarno superiore (Extr. *Boll. d. R. Com. geol. d'Italia*, 1890, 43 p. 4 pl.).

Galton, F. — Report of the Kew Committee for the year ending october 31, 1890 (Extr. *Proc. of the Royal Society*, 1890, 16 p.).

Jacquot et Willm. — Révision de l'annuaire des eaux minérales de la France. Notices géologiques et analyses chimiques. (Extr. Recueil des Travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France) :

Sources de Bagnères-de-Luchon et d'Encausse (Haute-Garonne) et de Capvern (Hautes-Pyrénées). T. XV, 28 p. — Sources d'Ax, Audinac, Ussat et Aulus (Ariège). T. XVI, 29 p. — Sources d'Escouloubre (Aude), de Carcanières et d'Usson (Ariège), des Escaldas et des Graus-d'Olette (Pyrénées-Orientales). T. XVII, 23 p. — Sources minérales de Canareilles, du Vernet, de Moltig, de Nossa, d'Amélie-les-Bains et de la Preste (Pyrénées-Orientales). T. XVIII, 21 p. — Sources minérales de St-Gervais (Haute-Savoie), Allevard, Uriage et la Motte (Isère), Salins-Moutiers et Brides (Savoie). T. XIX, 37 p. — Note sur l'alimentation de l'établissement de Salies-de-Béarn en eau salée et sur l'extension dans la région des Basses-Pyrénées des gîtes de sel gemme auxquels il doit son existence. T. XIX, 5 p.

Lindsay, James. — Notes on the Geology of Ayrshire. In-8°, 31 p., Glasgow, 1890.

De Margerie, E. — La géologie de l'Andalousie et le tremblement de terre du 25 décembre 1884, d'après le récent rapport de la mission française (Extr. *Rev. Gén. Sc. pures et appl.* Nov. 90, 20 p.).

Olivier, Ernest. — Faune de l'Allier ou catalogue raisonné des animaux sauvages observés jusqu'à ce jour dans ce département. Vol. III. Annelés (Extr. *Rev. Sc. du Bourbonnais et du Centre de la France*, 375 p.).

Pavlow, A. — Le Néocomien des montagnes de Worobiéwo (Extr. *Bull. Soc. Imp. Nat. Mosc.*, 1890, n° 2, 14 p., pl. VI).

Ristori, G. — Le scimmie fossili italiane, studio paleontologico (Extr. *Boll. d. R. Com. geol. d'Ital.*, 1890, 33 p. 2 pl.).

Id. — Sopra i resti de un coccodrillo scoperti nelle ligniti mioceniche di Montebamboli (Maremma Toscana) (Extr. *Publicazioni del R. Istit. di Studii sup. pratici e di perfezionamento in Firenze, Sezione di Sc. fis. e nat.* In-8°, 34 p., 2 pl., Florence, 1890).

Whipple, G.-M. — A brief notice respecting photography in relation to meteorological work (Extr. *Quart. Journ. of th. R. Meteorol. Soc.* Vol. XVI, n° 75, july 1890, p. 141-146).

Winchell, Alex. — Recent views about glaciers (Extr. *Forum*, nov. 1890, p. 306-314).

Zigno, Ach. de. — Chelonii terziari del Veneto (Extr. *Mem. del R. Istit. Veneto*. Vol. XXIII, 13 p., 2 pl.).

Zlatarski, Georg.-N. — Ein geologischer Bericht über die Srednja Gora, zwischen den Flüssen Topolnica und Strema (Extr. *Denkschr. d. math. naturw. Classe d. kais. Akad. d. Wiss.*, t. LVII, p. 559-568, 1 carte).

Id. — Analyse de « Fr. Toula, Geologische Untersuchungen im Centralen Balkan ». (Extr. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. III, 1889, p. 422-429).

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CXI, nos 24-25.

A. Romieux : Relations entre la déformation actuelle de la croûte terrestre et les densités moyennes des terres et des mers, p. 994. — Georges Rolland : Sur l'histoire géologique du Sahara, p. 996. — S. A. dom Pedro Augusto de Saxe Cobourg-Gotha : Sur la millerite de Morro-Velho, province de Minas-Geraes (Brésil), p. 1001. — Ferdinand Gonnard : Sur l'offretite, espèce minérale nouvelle, p. 1002. — A. Lacroix : Sur les enclaves du trachyte de Menet (Cantal), sur leurs modifications et leur origine, p. 1003. — E. Durègne : Sur la distinction de deux âges dans la formation des dunes de Gascogne, p. 1006.

T. CXII, nos 1 et 2.

A. de Grossouvre : Sur la position de la craie de Touraine, p. 62. — W. Kilian : Contribution à la connaissance géologique des chaînes alpines entre Moutiers (Savoie) et Barcelonnette (Basses-Alpes) : Terrains antérieurs au jurassique, p. 63. — Ch. Vélain : Sur les sables diamantifères recueillis par M. Ch. Rabot dans la Laponie russe (vallée du Paswig), p. 113.

— Journal des Savants. Novembre-décembre 1890.

A. de Quatrefages : Critiques and Address de Huxley, p. 708-719.

— Annales des Mines, 8^e série, T. XVIII, 5^e livr.

J. Seunes : Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du sud-ouest de la France (Basses-Pyrénées et Landes), p. 209-458, 8 pl.

— Bulletin de la Société Zoologique de France, T. XV, n^o 10.

— Bulletin de la Société Botanique de France, 2^e série, T. XII. Revue Bibliographique.

— Bulletin de la Société Française de Minéralogie. T. XIII, n^o 9.

P. Termier : Sur la leverriérite, p. 325-330. — Id. : Sur les filons d'orthose et de quartz dans le terrain houiller de Saint-Etienne, p. 330-335. — Des Cloizeaux : Sur des cristaux remarquables de chalcopyrite de l'île de Cuba, p. 335-337. — F. Gonnard : Sur un groupement de mâcles orthogonales de la baryline de Champeix, p. 351-356. — G. Friedel : Sur la melanophlogite, p. 356-372. — E. Jannettaz : Sur le feldspath orthose des basaltes de Royat, p. 372-377.

— Bulletin de la Société de Géographie. 7^e série. T. XI, 3^e trim.

— Compte rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie, 1890, n^{os} 16-17.

— La Nature. N^{os} 918-920.

— Le Naturaliste. 2^e série, n^{os} 92-93.

H. Boursault : La nappe d'eau de la craie aux environs de Laon, p. 17-19.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. 4^e série, T. I, 3^e fasc.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français. Décembre 1890.

— Revue chirurgicale, 3^e année, n^o 1.

— Grande Revue Nationale progressiste, ouverte à tous. 14^e année, 17 janv. 1891.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linéenne du Nord de la France. N^o 222.

Caen. — Bulletin du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen. 1^{re} année, n° 1.

A. Bigot : L'Archéen et le Cambrien dans le Nord du Massif breton et leurs équivalents dans le pays de Galles, p. 1-13. — Id. : Esquisse géologique de la Basse Normandie, p. 13-37, 1 pl.

— Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 4^e série, 4^e vol., 3^e fasc.

A. Bigot : Notice nécrologique sur M. Eugène Deslongchamps, p. 83-95.

— Bulletin mensuel de la Commission Météorologique du Calvados. Mai-septembre 1890.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France. Décembre 1890, janvier 1891.

F. Pommerol : Un petit cheval quaternaire de la Limagne, p. 294-300, 2 pl.

St-Etienne. — Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie Minérale. Décembre 1890.

Versailles. — Service Hydrométrique du bassin de la Seine. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1889. 1 vol. texte, atlas 7 feuilles.

Allemagne. — Berlin. — Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XVII, nos 8-10, 1890.

Fr. Nansen : Ueber seine Durchquerung Grönlands, p. 446-453. — A. Hettner : Ueber seine Reisen in den Anden von Peru und Bolivien, p. 512-525.

— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XXV, n° 5 (149), 1890.

A. Philippson : Bericht über eine Reise durch Nord- und Mittel-Griechenland, p. 331-406, 1 carte.

Gotha. — Petermanns Mittheilungen.

Vol. XXXVI, n° 12, 1890.

Fr. Ratzel : Versuch einer Zusammenfassung der wissenschaftlichen Ergebnisse der Stanleyschen Durchquerung, p. 281-296.

Ergänzungsheft, n° 100.

D. G. Radde : Karabagh, 56 p., 1 carte.

XIX. *Supplément au Bulletin de la Soc. Géol. de France.* d

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

1891. I, n° 1.

Joh. Strüver : Weitere Beobachtungen über die Minerallagerstätten des Alathals in Piemont, p. 1-39, pl. I. — P. Oppenheim : Jurassische Insecten und ihre Deutungen, p. 40-57. — K. Martin : Eine neue Orbitolina von Santander, p. 58-64, pl. II. — C. Klein : Mineralogische Mittheilungen, XII, p. 65-101. — H. Francke : Zur Litteratur über das Muttergestein des Datholiths von Theiss in Tirol, p. 102-103. — A. v. Koenen : Ueber Spiegel im Buntsandstein der Gegend von Marburg, p. 103. — C. Chelius u. C. Vogel : Zur Gliederung des Löss, p. 104-107. — A. v. Koenen : Ueber das Alter der Schotter-Terrassen, p. 107-108. — A. Osann : Ueber Zwillingsbildung an Quarzeinsprenglingen aus liparitischen Gesteinen des Cabo de Gata, p. 108-109. — F. Zirkel : Cordieritbildung in verglasten Sandsteinen, p. 109-113. — E. Fedorow : Ueber seine beiden Werke : 1. Die Symmetrie der endlichen Figuren. 2. Die Symmetrie der regelmässigen Systeme der Figuren, p. 113-116.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse.

Octobre-novembre 1890.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums.

Vol. V, n° 4, 1890.

A. Brezina : Ueber die Krystallformen des Uranothallit, p. 495-502. — R. Hoernes : Zur Erinnerung an Mathias Auinger, p. 103-106 (Mitth.). — Id. : Ueber meine diesjährigen Reisen nach Bosnien, p. 106-112. — A. Brezina : Untersuchungen der Herren Berthelot und Friedel in Paris über das Meteoreisen von Magura, p. 112-114. — Th. Fusch : Fossilien aus Bosnien und Serbien, p. 114-115. — Fr. Heger : Reisen im Kaukasus, in Transcaspien und Russisch-Turkestan, p. 115-146.

Cracovie. — Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie.

1890, novembre-décembre.

I. Siemiradzki : Faune des étages oxfordien et kimméridgien en Pologne. 1^{re} partie: Céphalopodes, fasc. 2. — T. Wisniowski : Mikro-Fauna aus den Ornat-thonen der Umgegend von Krakau, II. Theil. Die Spongien des oberen Calloviens in Grojec, p. 260-264. — M. Raciborski : Ueber die Permo-Carbon Flora des Karniowicer Kalkes, p. 264-270.

Belgique. — Bruxelles. — Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie (Bruxelles).

4^e ann., T. IV.

Procès-verbaux. — A. Flamanche : Notice sur un appareil pouvant servir de sismographe, p. 37-39. — Ad. Piret : Note sur des explorations récentes opérées dans

la meule de Bracquagnies, p. 39-45. — E. Van den Broeck et A. Rutot : Sur un modèle réduit de la sonde portative, p. 46-48. — J. Gosselet : Etude sur les travaux de Charles Lory, p. 56-73. — A. Fisch : Communication sur les baromètres altimétriques du système Goulier, p. 74-76. — E. Van den Broeck et A. Rutot : Exposé préliminaire sur la cartographie agricole de la Belgique, p. 98-104. — E. Dupont : Sur des études géologico-agricoles faites en 1882, p. 105-108.

Mémoires. — F. Sacco : La géo-tectonique de la Haute-Italie occidentale, p. 1-28, pl. I. — F. Béclard : Sur la Rhynchonella Pengelliana, Davids., p. 29-32, pl. II, — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Hekeghem et d'Esschene, entre Assche et Alost, p. 32-58. — M. Hovelacque : Sur la nature végétale de l'Aacheno-saurus multident, G. Smets, p. 59-72, pl. III. — P. Gourret : La faune tertiaire marine de Carry, de Sausset et de Couronne (près Marseille), Faciès des étages tertiaires dans la Basse-Provence, p. 73-143, pl. IV-VII. — Fouqué et Michel Lévy : Note sur la structure des roches éruptives, p. 144-150. — L. Dollo : Première note sur les Mosasauriens de Maestricht, p. 151-169, pl. VIII.

— Annales de la Société Royale Malacologique de Belgique.

T. XXIV (4^e sér., t. IV) 1889.

Cossmann : Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Eocène des environs de Paris, 4^e fasc. p. 1-381, pl. I-XII.

— Procès-verbaux des séances de la Société Royale Malacologique de Belgique.

T. XIX, 1890.

Mourlon : Sur la découverte de nouveaux débris de Mosasauriens à Ciply, p. XI-XIV. — G. Dollfus : Lettre à M. G. Velge sur le gisement de quelques Mammifères de l'Eocène parisien, p. XXIII-XXVI. — G. Velge : Réponse à la lettre de M. G. Dollfus, p. XXVI-XXIX. — Mourlon : Sur les dépôts rapportés par M. Velge à l'étage yprésien, entre la Dyle et la Sennette, p. XXIX XXXV. — D. Raeymaekers et E. Vincent : Note sur deux puits artésiens creusés dans la banlieue de Bruxelles, p. XLII-LIV. — G. Vincent et J. Couturieux : Quelques mots relatifs à l'âge yprésien accordé par M. Velge aux sables calcarifères entre la Dyle et la Sennette, p. LX-LXII. — Id. : 2^{me} note relative aux sables avec grès entre Genappe et la Sennette, p. LXXXII-LXXXVI. — Mourlon : Sur l'existence dans le bassin franco-belge, d'un nouvel horizon pleistocène antérieur au diluvium à « Elephas primigenius », p. CXXXVIII-CXLI. — D. Raeymaekers et V. Pieret : Note sur le puits artésien de Léau et des environs de cette ville, p. CLI-CLXVIII. — G. Vincent : Compte-rendu de l'excursion faite à Esschene et à Teralphene par la Société Royale Malacologique de Belgique, p. CLXXV-CLXXX. — E. Vincent : Arca scabrosa Nyst, p. CLXXXVI-CLXXXIX. — Mourlon : Sur le puits artésien du dépôt de la compagnie du tramway à vapeur d'Ixelles, p. CXCVI-CXCVIII. — G. Velge : Observations relatives à la stratigraphie de l'Eocène en Belgique, p. CCIII-CCXXIV.

Etats-Unis. — Cambridge. — Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College.

Vol. XX, nos 3-5.

W. B. Scott a. H. F. Osborn : Preliminary account of the fossil mammals from the White River and Loup Fork Formations, contained in the Museum of Comparative Zoölogy, Part. II, Carnivora and Artiodactyla, Perissodactyla, p. 65-100, pl. I-III.

— Annual Report of the Curator of the Museum of Comparative Zoölogy for 1889-90.

New-Haven. — The American Journal of Science. 3^d ser. Vol. XLI, n^o 241. Jan. 1891.

J. W. Spencer : Deformation of the Algonquin Beach, and Birth of Lake Huron, p. 12-21. — F. Foerste : On the Clinton Oolitic Iron Ores, p. 23-29. — R. W. Wood : Effects of pressure on ice, p. 30-33. — Warren Upham : A. Review of the Quaternary Era, with special reference to the deposits of flooded rivers, p. 33-52. — O. C. Marsh : A horned Artiodactyle (*Protoceras celer*) from the Miocene, p. 81-82.

Inde anglaise. — Calcutta. — Memoirs of the Geological Survey of India.

Vol. XXIV, n^o 2.

C. S. Middlemiss : Physical Geology of the Sud-Himalaya of Garhwál and Kumaun, 142 p., 3 pl. de coupes, 1 carte.

Paleontologica Indica. Ser. XIII.

Salt-Range fossils. Vol. IV, 1^{re} partie: W. Waagen : Geological Results, 88 p., 4 vues grav.

— Records of the geological Survey of India.

Vol. XXIII, n^o 4, 1890.

C. S. Middlemiss : Geological sketch of Naini Tal, p. 213-234, 1 carte, 1 pl. coupes. — R. Lydekker : Note on some fossil indian bird bones, p. 235-236. — P. N. Bose : The Darjiling coal between the Lisu and the Ramthi Rivers, explored during season 1889-90, p. 237-258, 1 carte. — Ph. Lake : The basic eruptive rocks of the Kadapha Area, p. 259-261. — R. D. Oldham : The deep boring at Lucknow, p. 261-266, 2 pl. — C. S. Middlemiss : Preliminary note on the coal seam of the Dore Ravine, Hazara, p. 267-269, 2 pl.

Grande-Bretagne — The Geological Magazine.

*** : Life of a geologist of a century ago : Samuel Woodward of Norwich, antiquary and geologist, p.1-8, 1 portr. — R. D. Oldham : Essays in the theoretical geology, 3: the age and origin of the Himalayas, p. 8-18. — J. G. Goodchild : The Motion of land-ice, p. 19-22. — G. Jennings Hinde : Notes on a new fossil sponge from the Utica shale formation (Ordovician) at Ottawa, Canada, p. 22-24. — A. H. Foord : Note on the identity of *Nautilus Neocomiensis*, Sharpe (non d'Orb.) with *Nautilus Deslongchampsianus*, d'Orb., p. 25. — A. Smith Woodward a. Ch. D. Sherborn : A catalogue of British Fossil Vertebrata, p. 25-34.

Italie. — Florence. — Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Bolletino delle pubblicazioni italiane ricevute per diritto di stampa.

N^{os} 119-120, 15-31 dic. 1890.

Rome. — Bolletino delle opere moderne straniere. Vol. V, n^o 3-4.

— Atti della R. Accademia dei Lincei.

Ann. CCLXXXVII. 1880. Ser. IV, vol. VI, fasc. 8.

Nouvelles-Galles-du-Sud. — Sydney. — Journal and Proceedings of the Royal Society of New-South Wales.

Vol. XXIII, 2^e partie, 1889.

C. H. Mingaye : Note on some New-South-Wales Minerals, p. 326-328. — E. C. Manfred : Notes on Goulburn Lime, p. 328-335.

Queensland. — Annual report of the Trustees of the Queensland Museum, 1890.

Russie. — Helsingfors. — Fennia. Bulletins de la Société de Géographie Finlandaise.

I-III, 1889-90.

A. Bonsdorff : Untersuchungen über die Hebung der Küste Finnlands in den Jahren 1838-87, 19 p. — A. O. Kihlman u. J. H. Palmén : Die Expedition nach der Halbinsel Kola im Jahre 1887, 28 p., 1 carte. — Kihlman : Bericht einer naturwissenschaftlichen Reise durch Russisch Lappland im Jahre 1889, 40 p. — W. Ramsey : Geologische Beobachtungen auf der Halbinsel Kola, 52 p., 2 pl. — B. Frosterus : Einige Beobachtungen über geschichtete Moräne und « Asar », 10 p., 1 pl. — A. Wahlroos : L'estuaire du Kumo autrefois et aujourd'hui, 12 p., 1 carte.

Suisse. — Lausanne. — *Eclogae Geologicae Helvetiae*. Recueil périodique de la Société géologique Suisse.

Vol. II, n^o 2.

Jaccard : Origine de l'asphalte, p. 87-153, pl. II. — Compte-rendu de la 9^{me} réunion annuelle de la Société géologique suisse à Davos. p. 154-198. — V. Gilliéron : Ein Bohrversuch auf Steinsalz bei Bettingen, p. 199-214.

Séances du 2 et du 16 Février 1891

1° NON PÉRIODIQUES

Bosniaski, S. de... — Flora fossile del Verrucano nel Monte Pisano. 22 p. Pise, 1890.

Dupont, E. — Notice sur Laurent-Guillaume de Koninck (Extr. Ann. de l'Acad. R. de Belg. 57^e ann. 1891, 47 p.).

Gosselet et Cayeux. — Analyse critique du travail de M. Lasne, sur les terrains phosphatés de Doullens (Extr. Bull. Soc. Géol. du Nord. T. XVIII, p. 156-170).

Gosselet. — Deuxième note sur le caillou de Stonne (Ibid., p. 170-177).

Hermite, H. — Principes de Géologie. — Explication de l'époque quaternaire sans hypothèses. 126 p. Neuchâtel, 1891.

Hovelacque, Maurice. — Appareil donnant des agrandissements ou des réductions d'échantillons divers d'histoire naturelle (Photogazette, janv. 91, p. 39-41).

Jentzsch. — Ueber ein neues Vorkommen von Interglacial zu Neudeck bei Freystadt, Kreis Rosenberg, Westpreussen (Extr. Zeitschr. d. D. geol. Ges. Bd. XLII, p. 597-599).

Id. — Ueber einige Züge in der Oberflächengestaltung Westpreussens (Extr. *ibid.*, p. 613-618).

Kayser, Em. — Lehrbuch der geologischen Formationskunde. In-8°, 386 p., 73 pl. Stuttgart, 1891.

Kilian. — Contributions à la connaissance géologique des chaînes alpines entre Moutiers (Savoie) et Barcelonnette (Basses-Alpes). Terrains antérieurs au jurassique (Extr. C. R. Ac. Sc. Janv. 91).

Id. — Sur quelques céphalopodes nouveaux ou peu connus de la période secondaire. Grenoble, 2 broch. in-8°, 8 et 11 p., 1 et 2 pl.

Lapparent (de). — Note sur la formation des ressauts de terrain dits rideaux (Extr. B. S. G. F., 1890).

Laville, A. — Guide du Géologue dans le tertiaire parisien. Paris, 1890, in-8°, 24 p., 10 cartes, 10 pl.

Mortillet (de). — Origines de la chasse, de la pêche et de l'agriculture. — I. Chasse, pêche, domestication. Paris, 1890, 516 p.

Pierron. — Le nouveau projet de loi sur les brevets d'invention et sur les modèles de fabrication en Allemagne. 32 p. in-8°. Mulhouse, 1891.

Prosser, Ch. S. — The thickness of the Devonian and Silurian rocks of Western Central New-York (Extr. Americ. Geologist, Oct. 1890, p. 199-211).

Sacco, Fed. — La Géo-tectonique de la Haute-Italie occidentale (Extr. Bull. Soc. Belge Géologie), 28 p., 1 pl., in-8°. Bruxelles, 1890.

G. Stefanescu. — Cursǔ elementarǔ de Geologia, 256 p., 1 carte, in-8°. Bucurestu, 1890.

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CXII, n^{os} 3-6.

Daubrée : Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides, p. 125. — P. Fischer : Sur les caractères de la faune conchyliologique terrestre et fluviatile récemment éteinte du Sahara, p. 164. — Al. Sella : Sur la présence du nickel natif dans les sables du torrent Elvo, près de Biella (Piémont), p. 171. — A. Olry : Sur le bassin houiller du Boulonnais, p. 173. — A. Lacroix : Conclusions auxquelles conduit l'étude des enclaves des trachytes du Mont-Dore, p. 253. — A. de Lapparent : Sur l'argile à silex du bassin de Paris, p. 316. — Stanislas Meunier : Nouvelle Cycadée fossile, p. 356. — Gosselet : Sur le bassin houiller du Boulonnais, p. 358. — J. Seunes : Sur la présence du dévonien supérieur dans la vallée d'Ossau (Gère-Bélestin, Basses-Pyrénées), p. 360.

— Société Philomathique de Paris. — Table générale par noms d'auteurs des articles contenus dans les cinquième, sixième et septième séries des Bulletins.

— Bulletin de la Société Botanique de France, 2^e série, T. XII, n^o 5.

— Journal de Conchyliologie, 3^e série, T. XXX, n^o 3.

— Compte-rendu sommaire des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie. 1891, n^o 12.

— Bulletin de la Société de Géographie, 7^e série, T. XI, 4^e trim. 1890.

— L'Anthropologie, T. II, n^o 1.

— La Nature, N^{os} 921-924.

Stanislas Meunier : Les tremblements de terre de 1891, p. 175.

— *Le Naturaliste*, 2^e série, n^o 94.

A. Villot : Les soi-disant dépôts morainiques de l'époque quaternaire, p. 24-31.

— *Bulletin mensuel du Club Alpin Français*, 1891, n^o 1.

— Ministère de l'Instruction publique. — *Revue des Travaux scientifiques*, T. X, n^{os} 5-8.

— **Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale :**

Septième partie : P. Fischer et H. Crosse : Etudes sur les mollusques terrestres et fluviatiles, p. 177-256, p. 47-48.

Première partie : E.-T. Hamy : Anthropologie du Mexique, p. 41-88, pl. 7-10, 13, 16-17, 20.

Caen. — *Bulletin du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen*.

A. Bigot : Esquisse géologique de la Basse-Normandie (suite), p. 47-65. — Id. : Les ondulations des couches en Normandie, d'après un récent travail de M. G. Dollfus, p. 66-76. — Id. : Revue des Pélécy-podes décrits par DeFrance dans le Dictionnaire des sciences naturelles, d'après les types conservés dans la collection de cet auteur. Genre Gryphée, p. 76-86.

Meaux. — *Bulletin du Syndicat agricole de l'arrondissement de Meaux*, 4^e année, n^o 1.

Saint-Etienne. — *Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale*. Avril 1890.

Toulouse. — *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse*. Juillet-déc. 1889, janv.-mars 1890.

Caralp : Le graphite et les combustibles minéraux de la région pyrénéenne, p. 141-167 (1889).

Valenciennes. — *Revue de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Valenciennes*, T. XLI, n^{os} 11-12.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*.

Décembre 1890.

Allemagne — Frankfort. — *Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*.

T. XVI, n^o 2, 1890.

R. von Lendenfeld : Das System der Spongien, p. 361-439, 1 pl. — Fr. Leydig : Das Parietalorgan der Amphibien und Reptilien, p. 441-551, 7 pl.

Gotha. — Dr A. Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt.

T. XXXVII, n° 1, 1891.

F. Kraus : Die Adelsberger Grotte einst und jetzt, p. 20-23. — M. P. Rudzki : Ueber die Bewegungen der Kontinente, p. 27.

Autriche-Hongrie. — Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

1890, n^{os} 14-18.

R. Hörnes : Das Vorkommen der Gattung *Surcula* in den Miocän-Ablagerungen der österr.-ungar. Monarchie, p. 261-263. — M. Raciborski : Ueber eine fossile Flora in der Tatra, p. 263-265. — Id. : *Taonurus ultimus* Sap. et Mar. in Galizien, p. 265-266. — V. Hilber : Erwiderung (Thaleinseitigkeit), p. 266-268. — G. Geyer : Ueber die tektonische Fortsetzung der Niederen Tatra, p. 268-271. — J. v. Siemiradzki : Ueber den oberen Jura in Polen und dessen Cephalopoden-Faunen, p. 279-282. — E. Tietze : Ungleichseitigkeit der Thäler, p. 282. — A. Bittner : Die sarmatischen und vorsarmatischen Ablagerungen der Tertiärbucht von Tüfter-Sagor, p. 283-290. — J. N. Woldřich : Ueber die diluviale Fauna der Höhlen bei Beraun in Böhmen, p. 290-292. — V. Uhlig : Vorlage der Kartenblattes Göding-Lundenburg. Zone 10, Col. XVI, p. 292-293. — R. Hörnes : Das Vorkommen der Gattung *Genota* H. et A. Adams in den Miocänablagerungen der österreichisch-ungarischen Monarchie, p. 297-299. — J. N. Woldřich : *Arctomys primigenius* Kaup aus dem diluvialen Lehme zwischen Stadtl und Pustowřd in Böhmen, p. 299. — A. Bittner : Aus dem Gebiete des Hochschwab und der nördlich angrenzenden Gebirgsketten, p. 299-309. — Id. : Einsendung von Gesteinen aus dem südöstlichen Bosnien und aus dem Gebiete von Novibazar durch Herrn Oberstlieutenant Jihn, p. 311-316. — C. O. Cech : Petroleumfunde in Croatien, p. 316. — E. Tietze : Neuere Beobachtung in der Umgebung von Krakau, p. 316-317. — H. B. V. Foullon : Ueber Antimonit und Schwefel von Allehar bei Rozdan in Macedonien, p. 318-322. — G. Bukowski : Geologische Aufnahmen in dem krystallinischen Gebiete von Mährisch-Schönberg, p. 322-334.

1891, n° 1.

D. Stur : Jahresbericht 1890 des Directors, p. 1-32.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie.

Comptes-rendus des séances de l'année 1891. Janvier.

États-Unis. — Cambridge. — Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College.

Vol. XX, n^{os} 6-7, 1890.

Al. Agassiz : Notice of *Calamocrinus* *Diomedae*, a new stalked crinoid from the Galapagos, p. 165-167.

New-Haven. — The American Journal of Science.
3^d ser. Vol. XLI, n° 242, febr. 1891.

W. P. Headden : Columbite and Tantalite from the Black Hills of South Dakota, p. 83-89. — N. H. Darton : Notes on the Geology of the Florida Phosphate Deposits, p. 102-105. — Id. : Record of a deep well at Lake Worth, southern Florida, p. 105-106. — S. L. Penfield : Chemical Composition of Aurichalcite, p. 106-110. — C. R. Van Hise : Attempt to harmonize some apparently conflicting views of Lake Superior Stratigraphy, p. 117-138. — W. N. Melville : Powellite, Calcium Molybdate, p. 138-141. — O. C. Marsh : Gigantic Ceratopsidæ or horned Dinosaurs of North America, p. 167-178, 10 pl.

Index to volumes XXXI-XL, 1891.

Washington. — Bulletin of the United States Geological Survey.
Nos 58-61, 63, 64, 66, 1890.

(58). G. F. Wright : The Glacial Boundary in Western Pennsylvania, Ohio, Kentucky, Indiana, and Illinois, 112 p., 8 pl. — (59) Fr. D. Chester : The Gabbros and associated rocks in Delaware, 45 p., 1 pl. — (60) F. W. Clarke : Report of work done in the division of chemistry and physics, mainly during the fiscal years 1887-'88, 175 p. — (61) W. H. Melville a. W. Lundgren : Contributions to the Mineralogy of the Pacific Coast, 31 p., 3 pl. — (63) A. W. Vodges : A Bibliography of Paleozoic Crustacea from 1698 to 1889, 177 p. — (64) F. W. Clarke : A Report of work done in the division of chemistry and physics mainly during the fiscal year 1888-89, 60 p. — (66) J. P. Hiddings : On a group of volcanic rocks from the Tewan Mountains, New Mexico, and on the occurrence of primary quartz in certain basalts, 34 p.

— 9th annual Report of the United States Geological Survey.
1887-88. 1889.

Report of the Director, p. 1-46. — Administrative reports, p. 47-199. — Cl. E. Dutton : The Charleston Earthquake of august 31, 1886, p. 201-528, pl. 7, 31 pl. — N. S. Shaler : The Geology of Cape Ann, Massachusetts, p. 529-612, pl. XXXII-XLIX. — W. H. Weed : Formation of travertine and siliceous sinter by the vegetation of hot springs, p. 613-676, pl. LXXXVIII-LXXXVII. — Ch. A. White : On the Geology and Physiography of a portion of Northwestern Colorado and adjacent parts of Utah and Wyoming, p. 677-712, pl. LXXXVIII.

— Monographs of the United States Geological Survey.
Vol. I, 1890.

Grove Karl Gilbert : Lake Bonneville, 438 p., 30 pl.

— Mineral Resources of the United States. Calendar year 1888.
1890.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Royal Society.
Vol. XLVIII, n° 295, 296.

R. Lydekker : On the Generic Identity of *Sceparnodon* and *Phascolonus*, p. 60-64, pl. I.

— The Quarterly Journal of the Geological Society.

Vol. XLVII. Part. 1. Febr. 1891, n° 185.

Proceedings. — A. Irving : Notes on the stratigraphy of the Bagshot beds of the London Basin, p. 2-3. — R. D. Oldham : Account of an experimental of the law that limits the action of flowing streams, p. 6-7. — H. Hicks : On the rocks of North Devon, p. 7-11. — A. W. Waters : North-Italian Bryozoa, p. 1-34, pl. I-IV. — A. de Lapparent : On the porphyritic rocks of the Island of Jersey, p. 35-36. — R. Lydekker : On a new species of *Trionyx* from the Miocene of Malta and a Chelonian scapula from the London Clay, p. 37-40, 2 fig. — Id. : On certain Ornithosaurian and Dinosaurian Remains, p. 41-44, pl. IV. — J. W. Gregory : The variolitic diabase of the Fichtelgebirge, p. 45-62. — H. J. Marten : On some water-worn and pebble-worn stones taken from the Apron of the Holt-Fleet Weir on the River Severn, p. 63-68, 8 fig. — Edw. Hull : On the physical Geology of Tennessee and adjoining districts in the United States of Amerika, p. 69-77, 3 fig.

— The Geological Magazine.

N. S. Dec. III. Vol. VIII, n° 2, n° 320. Febr. 1891.

T. Rupert Jones : On some fossil *Estheriae*, p. 49-57, pl. II. — Ch. Davison : On the British earthquakes of 1889, p. 57-67. — J. W. Evans : An inexpensive apparatus for the isolation of minerals by means of heavy liquids, p. 67-70. — R. D. Oldham : Essays in theoretical geology. The age and origin of the Himalayas, with especial reference to the Rev. O. Fisher's theory of mountain formation, p. 70-76. — G. Holm : « *Stemossicles* » of Crinoidea, in the Leptaena-Kalk (Upper Ordovician) Dalecarlia, Sweden, p. 88. — H. W. Monckton : The denudation and elevation of the Weald, p. 88. — T. G. Bonney : Reply to M^r A. Somervail, p. 89. — C. A. Mc Mahon : Dynamo-metamorphism, p. 89. — A. E. Day : Funnel-holes in Lebanon, p. 91. — Warren Upham : Elevation and subsidence during the glacial period, p. 92. — C. S. Middlemiss : Physical geology of the Sub-Himalaya, p. 93. — A. Irving : Dynamic metamorphism, p. 94.

Dublin. — Proceedings of the Royal Irish Academy.

3^d ser. Vol. I, n° 4. Jan. 1891.

J. P. O'Reilly : On the occurrence of Idocrase in the County Monaghan, p. 446-450. — Id. : On the occurrence of Serpentine at Bray Head, p. 503-512, pl. XXI.

— The Transactions of the Royal Irish Academy.

Vol. XXIX, part. XIV. Janv. 1891.

W. J. Sollas : Contributions to the knowledge of the granites of Leinster, p. 427-514.

Italie. — Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti.

Ser. IV, vol. VI, fasc. 12. 1890.

Florence. — Bolletino delle pubblicazioni italiane.
 Num. 121, 122. 1891.
 Indici 1890.

Turin. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino.
 Vol. XXV. Disp. 15. 1889-90.
 Vol. XXVI. Disp. 1. 1890-91.

— Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino.
 Ser. II^a, T. XL. 1890.

L. Bellardi e F. Sacco : I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte VI. Volutidae, Marginellidae, Columbellidae, p. 295-368, 2 pl. Parte VII. Harpidae, Cassididae, p. 469-560, 2 pl.

Mexique. — Mexico. — Memorias y revista de la Sociedad científica « Antonio Alzate. »
 T. IV, nos 3, 4. 1890.

Norvège — Christiana. — Den Geologiske Undersøgelse.
 Carte géologique de la Norvège. 1/100000. Feuilles 20 C Eisvold,
 46 A Rindalen.

— Den Norske Nordhavs-Expedition. 1876. XX. Zoologi. 1891.

G. O. Sars : Pycnogonidea, 163 p., 15 pl., 1 carte.

Roumanie — Jassy. — Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy.
 Vol. IV, n° 4. 1890.

Suède. -- Stockholm. — Carte géologique de la Suède et ses envois à l'Exposition Universelle de Paris en 1878, avec description succincte des formations géologiques de la Suède. In-8°, 57 p. 1878.

— Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.
 T. XII. 1890.

O. Widman : Mineralanalytiska meddelanden från Upsala kemiska laboratorium, p. 20-29. — A. G. Nathorst : Linnés iakttagelser öfver strandlinier vid gränsen mellan Sverige och Norge, p. 30-34. — Axel Blytt : Kurze Uebersicht meiner Hypothese von der geologischen Zeitrechnung, p. 35-57. — G. de Geer : Om Skandinaviens nivåförändringar under quartärperioden, p. 61-110. — E. Svedmark : Meteorier iakttagna inom Sverige år 1889, p. 111-129, pl. I. — A. G. Nathorst : Melchior Neumayr, p. 130-132. — L. G. Igelström : Mineralogiska meddelanden, p. 137-139. — E. Svedmark : Meteoren den 23 november 1889, p. 140. — A. G. Nathorst : Några reflexobservationer i trakten of Omberg, p. 141-144. — G. Löfstrand : Om apatitens

förekomstsätt; Norrbottens lätt jemfördt med dess uppträdande i Norge, p. 145-192, pl. II, III. — H. Bäckström : Om « kvartskakelagren » vid Gudå, Norge, p. 209-246, pl. IV. — Th. Thoroddsen : Nogle Bemærkninger om de islandske Findesteder for Dobbelspath, p. 247-254. — E. Mörtzell : Resenotiser från det fossillförande krambrisk-siluriska området af Vesterbottens Lappmark, p. 253-267. — G. Holm : Om förekomsten af en Caryocrinus i Sverige,, p. 268-269. — T. Hedlund : Meteoren den 23 november 1889, p. 270-274. — W. Petersson : Studier öfver gadolinit, p. 275-347, pl. V. — G. Nordenskiöld : Om mineral från drushål vid Taberg i Vermland, p. 348-358, pl. VI. — B. Lundgren : Hvad bör förstås med Dictyonemaskiffer ? p. 359-360. — O. Torell : Apatitförekomsterna i Norrbottens län, p. 365-374. — T. Fegraeus : Om de lösa jordafflagringarna i några af Norrlands elfdalar, p. 375-421, pl. VII, VIII. — V. Öberg : Om en flytande holme i sjön Ralången, p. 422-424. — Hj. Sjögren : Om några genombrottsdalar i östra Kaukasus, p. 425-439. — L. J. Igelström : Mineralogiska meddelanden, p. 440-443. — J. C. Moberg : Om gränsen mellan Sveriges undersilur och kambrium, p. 447-450. — B. Lundgren : Edmond Hébert, p. 451-452. — J. J. Sederholm : Från Ålandsrapakivins västra gräns, p. 460-470. — W. Ramsay : Om Hoglands geologiska byggnad, p. 471-490, pl. IX-X. — H. van Post : Några ord om Gellivaramalmens uppkomst, p. 491-404. — O. Gumælius : Ytterligare om rullstensgrus, p. 495-534, pl. XI. — M. Weibull : Notis om fluoceritens kristallform, p. 535-539. — G. Nordenström : Fynd af Allanit (Cerin) vid Gyttorp i Nora Bergslag, p. 540-544, pl. XII. — P. Dusén : Några småländska dalgångar, p. 545-554. — A. Hamberg : Mineralogische Studien, p. 567-637, pl. XIII-XIV. — E. Svedmark : Berghandteringen i Sverige år 1889, p. 638-646. — K. J. V. Streenstrup : Petrografiske Noticer, p. 647-644.

Victoria. — Melbourne. — Reports and statistics of the Mining Department for the quarter ended 30 th sept. 1890.

Séances du 2 et du 16 Mars 1891.

1° NON PÉRIODIQUES.

Briart, Alf. — Note sur une faune marine landénienne dans l'Entre-Sambre-et-Meuse (Extr. Ann. de la Soc. géol. de Belg., T. XVII, 1890, p. 259-265).

Caziot. — Du Mistral, son ancienneté (Mém. de l'Académie de Vaucluse. T. IX, p. 303-331).

Labat. — Le climat du sud-ouest de la France, Arcachon, Biarritz, Pau (Extr. de la Gazette des Eaux, 38 p.).

Kilian, W. — La géologie des Alpes et la carte de M. Noë (Rev. gén. Sc. pures et appliquées, 2° année, n° 1, p. 13-18).

Scarabelli, Gius. — Necessità di accertare se impronte così dette

fisiche e fisiologiche provengono dalle superfici superiori o dalle inferiori strati; osservazioni sopra il Nemertilites Strozzi Meng. (Extr. Boll. della Soc. geol. ital. Vol. IX, fasc. 2, 11 p., pl. IX-X).

Id. — Sulle pietre lavorate a grandi scheggie del Quaternario presso Imola (Extr. Bullet. di paleontologia italiana, anno XVI, n° 11, 1890, p. 157-166, pl. V).

Vlasto, Ernest. — Traité pratique de chimie métallurgique par le Baron Hans Jüptner de Jonstorff. — Traduit de l'allemand par E. Vlasto. Paris, 1891. In-8, 360 p.

Woodward, A. S. a. C. D. Sherborn. — Catalogue of British fossil vertebrata. Supplement for 1890 (Extr. Geol. Magaz. Jan. 1891, p. 25-34).

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. T. CXII, nos 7-10.

Sirodot : Les éléphants du mont Dol (Ille-et-Vilaine), p. 373. — E. Jannettaz : Sur l'argent natif et la diopase du Congo français, p. 446. — A. de Lapparent : Sur le conglomérat à ossements de Gourbesville (Manche), p. 494. — H. Douvillé : Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama, p. 497. — De Montessus : Sur la répartition saisonnière des séismes, p. 500. — J. Thoulet : De l'action de l'eau en mouvement sur quelques minéraux, p. 502. — De Grossouyre : La craie à baculites du Cotentin, la craie blanche de Meudon et le tuffeau de Maestricht, p. 545.

— Journal des Savants. Janv. et fév. 1891.

A. de Quatrefages : Théories transformistes, p. 54-65 et 100-110.

— Bulletin de la Société Philomathique de Paris. 8^e série, T. II, n° 4.

H. Filhol : Description d'un nouveau genre d'Insectivore provenant des dépôts de phosphate de chaux du Quercy, p. 176. — *Id.* : Note sur la dentition supérieure du Xiphodontherium primævum, p. 178. — *Id.* : Note sur la découverte de plantes fossiles dans les gisements de phosphate de chaux du Quercy, p. 192.

— Bulletin de la Société Française de Minéralogie. T. XIII, n° 10. T. XIV, n° 1.

(N° 10). A. Offret : De la variation, sous l'influence de la chaleur, des indices de réfraction de quelques espèces minérales, dans l'étendue du spectre visible, p. 403-688. — (N° 1). A. Lacroix : Sur la fayalite des enclaves volcaniques des trachytes du Capucin (Mont-Dore), p. 10-15. — *Id.* : Sur l'existence de la lavenite dans les phonolites néphéliniques de la Haute-Loire, p. 15. — *Id.* : Sur la transformation des feldspaths en dipyre, p. 16.

— Bulletin de la Société Zoologique de France. T. XVI, n° 1.

— Mémoires de la Société Zoologique de France. T. III, 4^{me} partie.

— Bulletin de la Société Botanique de France. 2^e série, T. XIII, n^o 1.

— Journal de Conchyliologie. 3^e série, T. XXX, n^o 4.

C. Mayer-Eymar : Description de coquilles fossiles des terrains tertiaires inférieurs (suite), p. 363-366. — D. P. Oehlert : Note sur différents groupes établis dans le genre *Orthis* et, en particulier, sur *Rhipidomella*, Oehlert (= *Rhipidomys*, Oehlert), p. 366-374. — P. Fischer : Diagnoses d'espèces nouvelles recueillies à l'état sub-fossile, dans le Sahara, près d'El Goléah, p. 374-376.

— Paléontologie Française.

Coteau : Terrains Tertiaires, Eocène, Echinides, T. II, feuilles 11 à 13, pl. 249-260.

Marquis de Saporta : Types proangiospermiques et supplément final, T. IV, feuilles 23 à 25, pl. 53 à 58.

— Compte-rendu des Séances de la Commission centrale de la Société de Géographie. 1891, n^{os} 3-5.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français. Févr. 1891.

— La Nature. N^{os} 925-928.

L. l'Hôte : Sur l'origine des roches calcaires, opinion de Bergman, p. 195. — Jean Platania : La récente éruption volcanique à l'île Vulcano, 1888-1890, p. 211-214.

— Le Naturaliste. 2^e série, n^{os} 95-97.

F. Priem : Les Phonolithes de la Haute-Loire, p. 44. — Stanislas-Meunier : Les Phosphatières d'Hardivillers, Oise, p. 46-49 et 55-56. — C. Houlbert : Les dendrites, p. 65.

— Bulletin des Bibliothèques et des Archives. 1889, n^o 3.

— Annuaire des Bibliothèques et des Archives pour 1891.

— Revue des Sciences naturelles de l'Ouest, t. I, n^o 1.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société linnéenne du Nord de la France, n^o 223.

Caen. — Bulletin du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen. 1^{re} année, n^o 3.

A. Bigot : Esquisse géologique de la Basse-Normandie (suite), p. 95-108. — Id. : Les premiers reptiles et les premiers oiseaux, p. 108-122. — L. Lecornu et A. Bigot : Sur le gisement des phosphates du plateau d'Orglandes (Manche), p. 123-128.

Lille. — Annales de la Société Géologique du Nord. T. XVIII, 2^e livr.

J. Gronnier : Description géologique du canton de Trélon (suite), p. 81-92. — J. Ladrière : Etude stratigraphique du terrain quaternaire du nord de la France,

p. 93-149. — Quarré-Reybourbon : Carrières de Volvic, p. 149-155. — J. Gosselet : Analyse du travail de M. Lasne sur les terrains phosphatés de Doullens, p. 156-168. — L. Cayeux : Observations sur la nature des minéraux signalés par M. H. Lasne dans la craie sénonienne des environs de Doullens, p. 168-170. — J. Gosselet : Deuxième note sur le caillou de Stone, p. 170-177. — Ch. Barrois : Note sur les nappes aquifères de Lille, p. 177-181. — Ch. Barrois : Légende de la feuille de Quimper, p. 187-200.

Meaux. — Bulletin du Syndicat Agricole de l'Arrondissement de Meaux. 4^e année, n^o 2.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France. 4^e année, n^{os} 2-3.

Saint-Etienne. — Comptes-rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie minérale. Nov. 1890, janv.-fév. 1891.

(Nov. 90). — L. Breton : Composition de l'étage carbonifère dans le Bas-Boulonnais, p. 273.

— Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. 3^e série, T. IV, 2^e livr.

B. Renault et R. Zeiller : Etudes sur le terrain houiller de Commeny. Flore fossile. Livre deuxième (fin), p. 369-746.

Toulouse. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. Avril-juin 1890.

Alsace-Lorraine. — Strasbourg. — Mittheilungen der Commission für die geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen. Vol. II, n^o 3, 1890.

L. van Werveke : Mittheilungen aus der geologischen Landesanstalt von Elsass-Lothringen für das Jahr 1889, und für das erste Quartal 1890, p. XI-XXXII. — E. W. Benecke : Arbeitsplan für die geologischen Aufnahmen des Jahres 1890, p. XXXIII. — E. Schumacher : Die Bildung und der Aufbau des oberrheinischen Tieflandes, p. 183-404, pl. VI-VIII. — L. van Werveke : Geologische und mineralogische Litteratur über Elsass-Lothringen, p. 1-13.

— Mittheilungen der geologischen Landesanstalt von Elsass-Lothringen (suite de la publication précédente). Vol. III, n^o 1, 1890.

J. Valentin : Die Geologie des Kronthals i. E. und seiner Umgebung, p. 1-44, pl. I-II. — E. W. Benecke u. L. van Werveke : Ueber das Rothliegende der Vogesen, p. 45-104. — A. Andreae : Weitere Beiträge zur Kenntniss des Oligocäns im Elsass, p. 105-122.

Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Janvier 1891.

Allemagne. -- Berlin. — Sitzungsberichte der königlich preus-

sischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1890, nos XLI-LIII.

W. Dames : Ueber die Schichtenfolge der Silurbildungen Gotlands und ihre Beziehungen zu obersilurischen Geschieben Norddeutschlands, p. 1111-1129. — F. Rinne : Ueber die Umänderungen, welche die Zeolithe durch Erwärmen bei und nach dem Trübwerden erfahren, p. 1163-1207.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XLIII, 1891, nos 1-2.

— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XXVI, 1891, n° 1.

Gotha. — Dr A. Petermanns Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Vol XXXVII, 1891, n° 2.

A. Woeikow : Die Tiefseeforschungen im Schwarzen Meere im Jahre 1890, p. 33-38, pl. III. — K. Keilhack : Ueber die Lage der Wasserscheide auf der baltischen Seenplatte, p. 38-41, pl. IV. — A. Haase : Ueber Flüsse und Flussläufe, p. 49-51. — C. Mitzopulos : Die Erdbeben in Griechenland und der Türkei im J. 1890, p. 51-54.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. 1891, t. I, n° 2.

C. Struckmann : Die Wealdenbildungen von Sehnde bei Lehrte, p. 117-131. — J. W. Retgers : Ueber den Isomorphismus in der Dolomitreihe, p. 132-160, pl. III. — J. M. Clarke : Die Fauna mit Gomiaticites intumesens im westlichen New-York, p. 161-168. — A. Hedinger : Ueber den pliocänen Affen des Heppenlochs, p. 169-177, pl. IV. — O. Jäkel : Ueber mikroskopische Untersuchungen im Gebiet der Palaeontologie, p. 178-198. — F. v. Sandberger : Bemerkungen über einige Mineralien von Chanarcillo in Chile, p. 199-200. — A. Kenngott : Ueber die Zusammensetzung des Vesuvians, p. 200-207. — Conwentz : Ueber fossile Harze aus Nordamerika, p. 208. — W. Deecke : Vorkommen von « Jüngerer Kreide » bei Ystad in Schonen, p. 209-210. — W. Dames : Orthoceratites vaginatus Schloth., p. 210-211. — E. Weber : Die « Weissenberger Gneisse » sind contactmetamorphische Gesteine der nordsächsischen Grauwackenformation, p. 211-212. — H. Wernbter : Der Gebirgsbau der Montagne de Lure, p. 212-214. — J. Hazard : Glacialschliffe südwestlich von Lobau in der sächsischen Lausitz, p. 214-215. — E. Cohen : Die Goldproduction Transvaals im Jahre 1889, p. 215-216.

Beilage-Band VII, n° 3. 1891.

B. Kühn : Untersuchungen an altkrystallinen Schiefergesteinen aus dem Gebiete der argentinischen Republik, p. 295-368, pl. VI. — P. Sabersky : Mineralogisch-petrographische Untersuchung argentinischer Pegmatite mit besonderer Berücksichtigung der Structur der in ihnen auftretenden Mikrokline, p. 359-405, pl. VII. — R. Fuess : Ueber neue Erhitzungsapparate für krystallographisch-optische Studien, p. 406-416. — L. Sinigallia : Ueber einige glasige Gesteine vom Vesuv, p. 417-429. — H. Traube : Ueber die Krystallform des Milchzuckers, p. 430-434. — H. Behrens : Reaction für mikrochemische Mineralanalysen, p. 435-470.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Berg und Hüttenmännisches Jahrbuch.

Vol. XXXIX, n° 1, 1891.

A. Gouvy : Das Berg- und Hüttenwesen auf der Pariser Weltausstellung 1889, p. 1-82. — A. Zsigmondy : Notizen über die Pariser Weltausstellung 1889, p. 83-110, pl. III-IV.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. 1891, février.

M. Raciborski : Ueber die rhätische Flora am Nordabhang des polnischen Mittelgebirges, p. 64-68.

Budapest. — Földtani Közlöny. Vol. XX, nos 5-12. 1890.

G. Primics : Spuren des Höhlenbären in Ungarn, p. 243-226, pl. III. — M. Staub : Dicksonia punctata Stbg. in der fossilen Flora Ungarns, p. 227-336, pl. IV. — J. Böhm : Wilhelm Zsigmondy (1821-1888), p. 367-380, portrait. — L. Traxler : Ueber einige vermeintliche Mineralquellen des Comitatus Bereg, p. 429-433. — L. v. Ilosvay : Ueber die Veränderlichkeit der chemischen Zusammensetzung der Mineralwasser, p. 434-438. — Id. : Die chemische Analyse der Sarolta-Quelle, p. 439-442. — M. Staub : Ueber die sogenannten versteinerten Wälder, p. 443-445.

— A. Magyar kir. földtani intézet évkönyve. Vol. VIII, n° 9, 1890.

J. Jankó : A Nilusdeltája, p. 223-344, pl. XXXV-XXXVIII.

— Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. ungarischen geologischen Anstalt. Vol. VIII, n° 9, 1890.

J. Jankó : Das Delta des Nil, geologischer und geographischer Aufbau des Deltas, p. 233-363, pl. XXXV-XXXVIII.

Vol. IX, n° 2, 1890.

E. Lorenthey : Die Pontische Stufe und deren Fauna bei Nagy-Mányok im Comitate Tolna, p. 35-52, pl. I.

— Erläuterungen zur geologischen Karte der Länder der Ung. Krone.

A. Koch : Umgebungen von Torda, 52 p.

Canada. — Toronto. — Transactions of the Canadian Institute. Vol. I, oct. 1890.

États-Unis. — Harrisburg. — Pennsylvania. Geological Survey.

AA. Atlas Southern Anthracite Field. Part. III, 1889.

P 4. J. P. Lesley, Dictionary of Fossils. Vol. II, III. S.-R. 1889.

I 5. 7th report on the oil and gas fields, 1890.

New-Haven. — The American Journal of Science, 3^d ser. Vol. XLI, n° 243, march 1891.

J. S. Newberry : The flora of the Great Falls Coal Field, Montana, p. 191-201, pl. XIV. — J. W. Spencer : High level shores in the region of the Great Lakes, and their deformation, p. 201-211. — H. A. Wheeler : Notes on ferro-goslarite, a new variety of zinc sulphate, p. 212. — H. L. Wells : On the composition of pollucite and its occurrence at Hebron, Maine, p. 213-220.

— Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. VIII, part 1, 1890.

O. Meyer a. S. L. Penfield : Results obtained by etching a sphere and crystals of Quarz with hydrofluoric acid, p. 158-165, pl. I-II.

New-York. — Transactions of the New-York Academy of Sciences. Vol. IX. 1889-90. Nos 5-8.

Bashford Deane a. J. S. Newberry : Remarkable colored marbles from new localities, p. 95. — J. H. Hunt : A group of Copper pseudomorphs after Chalcocite, and silica and prehnite pseudomorphs after Pectolite, from Paterson, N. J., p. 140-144. — G. F. Kunz : The minerals exhibited at the Paris Exposition of 1890, p. 145-156. — Id. : On the group of meteorites recently discovered in Brenham Township, Kiowa County, Kansas, p. 186-194. — Id. : Meteoric iron from Bridgewater, Burke County, North Carolina, p. 194-196. — Id. : Meteoric iron from Summit, Blount County, Alabama, p. 196-197. — Id. : Meteoric iron from Colfax Township, Rutherford county, North Carolina, p. 197-198. — Id. : On the meteoric stone from Ferguson, Haywood County, North Carolina. p. 198.

Philadelphie. — Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1890, part 2^d.

L. Woolman : Geology of artesian wells at Atlantic city, N. J., p. 145-148. — Ch. R. Keyes : Synopsis of American carbonic Calyptraeidae, p. 150-182, pl. II. — J. Leidy : Hippotherium and Rhinoceros from Florida, p. 182-184. — Id. : Mastodon and Capybara of South Carolina, p. 184-186. — L. Woolman : Marine and fresh-water diatoms and sponge-spicules from the Delaware River clays of Philadelphia, p. 189-191. — A. Heilprin : Mexican explorations, p. 191-192. — Benj. Sharp : An account of the Vincelonian Volcano, p. 289-295, pl. IV. — A. Heilprin : The corals and coral reefs of the Western waters of the Gulfe of Mexico, p. 303-317, pl. VI-VII.

Rochester. — Proceedings of the Rochester Academy of Science. Vol. I, n° 1. 1890.

Geological Section Report, p. 28-33. — E. E. Howell : Description of new meteorites, p. 86-100, pl. X.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Royal Society. Vol. XLIX, n° 297, 1891.

— The Geological Magazine. N. S. Dec. III. Vol. VIII, n° 3 (321). March 1891.

H. H. Howorth : Elevation of the Highlands of Eastern Asia, p. 97-104. — A. Smith Woodward : Notes on some fish-remains from the Lower Tertiary and Upper Cretaceous of Belgium, collected by Monsieur A. Houzeau de Lehaie, p. 104-114, pl. III, fig. 1-17. — Id. : Note on a tooth of an extinct alligator (*Bottosaurus belgicus*, sp. nov.) from the Lower Danian of Cily, Belgium, p. 114-115, pl. III, fig. 18. —

G. Jennings Hinde : Note on specimens of cherty siliceous rocks from South Australia, p. 113-116. — T. Roberts : On two abnormal cretaceous Echinoids, p. 116-119. — H. B. Woodward : Note on a greywether at Bayswater, p. 119-121. — Th. Hart : Notes on volcanic paroxysmal explosions, and the causes of volcanic action, p. 121-123.

Edimbourg. — Transactions of the Edinburgh Geological Society. Vol. VI, part II, 1890.

J. G. Goodchild : Notes on faults, p. 71-74. — Id. : On some abnormal deposits of limestone, p. 75. — E. Hull : On our coal resources, p. 76-83. — Cadell : On the coal question, p. 86-88. — Ralph Richardson : Observations on the geology of a part of the Puy-de-Dôme district of France, p. 89-95. — J. G. Goodchild : On dolomitic limestones, p. 96-98. — Alex. Johnstone : On the devitrification of igneous rocks, p. 106-112. — Jas. Wilson : On Birkhill fossils at Innerleithen, p. 113-115. — Goodchild : On some irregular forms of stratification, p. 116-118.

Inde anglaise. — Calcutta. — Proceedings of the Asiatic Society of Bengal, nos 4-8, 1890.

— Journal of the Asiatic Society of Bengal. Vol. LIX. nos 2-3-5, 1890.

Italie. — Rome. — Atti della Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXVIII, 1891. Ser. 4^a. Vol. VII, Fasc. 1-4.

De Stefani : Scoperta d'una flora carbonifera nel Verrucano del Monte Pisano, p. 23-28. — Oddone e Sella : Contributo allo studio delle rocce magnetiche nelle Alpi centrali, p. 100-103. — Id. : Osservazioni e considerazioni sulle rocce magnetiche, p. 145-150. — Lovisato : Brani sparsi di geologia sarda, p. 168-173.

— Bolletino del R. Comitato geologico d'Italia. Ser. III. Vol. I, nos 11-12. Nov. dic. 1890.

A. Issel : Della formazione lherzolitica di Baldissero nel Canavese, p. 433-436. — G. B. Cacciamali : Sopra un affioramento di schisto bituminoso a Santopadre, in provincia di Caserta, p. 436-441. — A. Tellini : Osservazioni geologiche sulle Isole Tremiti e sull' Isola Pianosa nell' Adriatico, p. 442-514, pl. XI-XII.

— Bolletino delle Opere moderne straniere acquistate dalle biblioteche pubbliche governative del Regno d'Italia. Vol. VI, nos 1-2, 1891.

Florence. — Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Bolletino delle Pubblicazioni Italiane ricevute per diritto di stampa. 1891, no 1, 2, 3.

Turin. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXVI. Disp. 2^a, 3^a. 1890-91.

Mexique. — Mexico. — Informes y documentos relativos a comercio interior y exterior agricultura é industrias. Nos 65-66. Nov., dic. 1890.

— Tablas pycrométricas calculadas para la altura de México. 1889.

Norvège. — Christiana. — *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*. Vol. XXXII, n° 1, 1890.

O. E. Schiotz : Sparagmit-kvarts-fjeldet langs graensen i Hamar Stift og i Herjedalen, p. 1-96.

Pays-Bas. — Harlem. — *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*. Vol. XXIV, livr. 4 et 5. 1891.

République Argentine. — Buenos-Ayres. — *Revista argentina de historia natural*. T. I, n° 1. Febr. 1891.

F. Ameghino : Observaciones críticas sobre los caballos fósiles de la República Argentina. p. 4-17. — Id. : Una rápida ojeada á la evolucion filogenética de los mamíferos. p. 17-23. — Id. : Los Plagiaulacideos argentinos y sus relaciones zoológicas, geológicas y geográficas, p. 38-43.

Roumanie. — Jassy. — *Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy*.

Vol. IV, n° 5, 1891.

Suisse. — Lausanne. — *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*.

3^e s. Vol. XXVI, n° 12. Janvier 1891.

J. Meyer : De la chaleur centrale dans l'intérieur des massifs, des difficultés qu'elle occasionne pour les grands percements alpins et des moyens d'atténuer ces difficultés, p. 17-32. — Id. : Note additionnelle au mémoire sur la chaleur centrale des massifs, p. 61-62.

Séances du 6 et du 20 Avril 1891.

1^o NON PÉRIODIQUES.

Boule (Marcellin). — Les grands animaux fossiles de l'Amérique (Extr. Rev. scientifique). Paris, 1891, in-8°, 45 p.

Boule et Cartailhac (E.). — La grotte de Reilhac (Causses du Lot). In-4°, Lyon, 1889, 68 p.

Brongniart (Ch.) et Sauvage (Em.). — Etudes sur le terrain houiller de Commeny. — Livre III : Faunes Ichthyologique et Entomologique (Extr. Bull. Soc. Indust. min. 3^e série, T. II, 4^e livr. In-8°, 120 p.).

Caziot. — Description de quelques fossiles du terrain lacustre des Baux et de Saint-Rémy en Provence (Extr. Bull. Soc. malac. Fr., juin 1890, p. 133-144, 1 pl.).

Cotteau (G.). — La Géologie au Congrès de Limoges en 1890. In-8°. Auxerre, 1891, 23 p.

Id. — Echinides nouveaux ou peu connus (Extr. Mém. Soc. Zool. France, 1890). 9^e article.

Douvillé. — Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama (Extr. C. R. Ac. Sc. Mars 1891).

Gouret et Gabriel. — Carte géologique des environs de Marseille au $\frac{1}{500000}$.

Hermite (H.). — Géologie. — Principes. — Explication de l'époque quaternaire sans hypothèses. In-8°. Neuchâtel, 1891, 145 p.

Issel (A.) e Squinabol (S.) — Carta geologica della Liguria e territori confinanti. 1/200000 con note esplicative. Genova, 1891 (*Hommage de l'éditeur*).

Launay (de) et Stanislas Meunier. — Etudes sur le terrain houiller de Commentry. — Lithologie et Stratigraphie (Extr. Bull. Soc. Ind. minér. 3^e série, T. II, 4^e livr., p. 547-660).

Ministère des Travaux publics. — Chemin de fer transsaharien. Documents relatifs à la mission dirigée au sud de l'Algérie, par M. A. Choisy. — Rapport géologique. Géologie du Sahara Algérien et aperçu géologique sur le Sahara de l'Océan Atlantique à la mer Rouge, par M. G. Rolland, ingénieur au Corps des Mines. In-4°. Paris, 1890, p. 115-381. Atlas, in-4°, pl. I-XLI.

Renault (B.) et Zeiller (R.). — Etudes sur le terrain houiller de Commentry. — Livre II. Flore fossile (Extr. Bull. Soc. Ind. minér. 3^e série, T. IV, 2^e livr., p. 369-727).

Reusch (Hans). — Geologiske iagttagelser fra Trondhjems stift (Extr. Christiania videnskabs-selskabs forhandlingar 1890, n° 7). 60. p.

Rothpletz (A.). — Das Karwendelgebirge (Extr. Zeitschr. d. Deutsch. u. Oesterreich. Alpenvereins). 75 p., 1 carte 1/50000, 9 pl., 29 fig. Munich, 1888 (*Club alpin allemand-autrichien*).

Sada (A.). — Flore médicale. In-8°. Pondichéry, 1891, 23 p.

Turner (H. W.). — The Geology of Mount Diablo, California (Extr. Bull. of the Geol. Soc. of America, vol. II, p. 383-414, pl. XV). 1891.

Weinschenk, E. — Ueber Serpentine aus den östlichen Central-Alpen und deren Contactbildungen. Gr. in-8°, 56 p. Munich, 1891.

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CXII, nos 11-15.

Albert Gaudry : Sur les fossiles trouvés à Gourbesville, par M. de Lapparent, p. 565. — A. Pomel : Les tremblements de terre du 15 et 16 janvier en Algérie, p. 643. — Daubrée : Interprétation du globe de feu peint par Raphaël dans son tableau de la « Madone de Foligno », p. 694. — P. Termier : Sur l'existence de tufs d'andésite dans le flysch de la Clusaz (Haute-Savoie), p. 747.

— Annales des Mines. 8^e série, T. XVIII, 6^e livraison.

Laurent : Note sur l'industrie de l'or et du platine dans l'Oural, p. 537-580.

— Bulletin de la Société zoologique de France. T. XVI, nos 2 et 3.

— Mémoires de la Société zoologique de France. T. III, 5^e partie.

G. Cotteau : Echinides nouveaux ou peu connus (9^e article), p. 537-559.

— Bulletin de la Société botanique de France. 2^e série. T. XII (Revue bibliographique).

— Paléontologie Française.

Cotteau : Terrains tertiaires, Eocène, Echinides. T. II, feuilles 14 à 16, pl. 261 à 272.

De Saporta : Types proangiospermiques et supplément final. T. IV, feuilles 27 à 31, pl. 59 à 68.

— Annuaire géologique universel. T. VI.

— Compte-rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie. 1891, nos 6-8.

— Bulletin mensuel du Club-Alpin Français. Mars 1891.

— La Nature. Nos 929-933.

X. : Le phosphate de chaux en Tunisie, p. 243.

— Le Naturaliste. 2^e série, nos 98-99.

Stanislas Meunier : Dendrites artificielles, p. 92.

— Ministère des Travaux publics. — Statistique de l'Industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1889.

— Ministère de l'Instruction publique. — Revue des travaux scientifiques. T. X, nos 9-10.

Caen. — Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie, 1890. 4^e fascicule.

Bigot : Sur la constitution et l'allure des terrains anciens dans le sud du département de l'Orne, p. 203-208.

Chambéry. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Savoie. T. IV, nos 3-4.

Pillet : Alphonse Favre, p. 81-88. — Id. : Le volgien et le tithonique, p. 90-100. — Kilian : Sur la structure du massif de Varbuche (Savoie), p. 101-116.

Grenoble. — Bulletin de la Société de statistique des sciences naturelles et arts industriels du département de l'Isère. 3^e série, T. XIII-XV.

(T. XIII). — Ch. Lory : Etudes relatives à la constitution géologique des terrains que traversaient les tunnels projetés pour mettre la France en communication directe avec l'Italie, p. 25. — Id. : Recherches sur la nature et l'origine des tubercules ou concrétions développées dans les tuyaux de fonte des anciennes conduites d'eau de Grenoble, p. 31. — Id. : Sur les percées des Alpes au point de vue géologique, p. 34. — Id. : Sur deux faits nouveaux de la géologie du Briançonnais, p. 109. — Id. : Sur les roches cristallines qui constituent les massifs alpins, p. 111. — Id. : Pratiques propres à faciliter les essais pour la détermination des minéraux, p. 120. — Id. : Sur le terrain nummulitique des Hautes-Alpes et Basses-Alpes, p. 189. (T. XIV). — Id. : Observations géologiques faites en passant de Tarentaise en Maurienne, par le col de Rosoire, au bord occidental du grand massif de Vanoise, p. 213. — Id. : Etude sur la constitution et la structure des massifs de schistes cristallins des Alpes occidentales, p. 175-197. — Id. : Recherches sur les cristaux microscopiques des roches calcaires, p. 228.

Lille. — Annales de la Société géologique du Nord. 1890, 3^e livr. — 1891, 1^{re} livr.

(1890). J. Ladière : Note pour l'étude du terrain quaternaire de la vallée de la Deule, p. 203-205. — Id. : Etude stratigraphique du terrain quaternaire du Nord de la France (2^e partie), p. 205-276. — J. Gosselet : Coupe d'un puits à Basse-Noyelles, p. 276. — (1891). Ch. Barrois : Sur la Phylogénie des Pélécy-podes, d'après M. Robert Jackson, p. 1. — Renard et Cornet : Notice sur la nature et l'origine des phosphates de chaux de la craie, p. 10. — J. Gosselet : Observation au sujet de la note sur le terrain houiller du Boulonnais de M. Olry, p. 13-24. — L. Breton : Composition de l'étage houiller du Bas-Boulonnais, p. 24-39. — J. Gosselet : Note sur la découverte d'une faune marine dans les sables landeniens, par M. Briart, p. 39-43. — Id. : Aperçu sur le gîte de phosphate de chaux de Hesbaye, d'après les travaux de MM. Lohest, Schmitz et Forir, p. 43-48.

Montbéliard. — Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard. T. XXI, 1^{er} fasc.

W. Kilian : Sur une ammonite nouvelle du Callovien de Mathay (Doubs), p. 9-16.
 — Id. : Notice explicative de la carte orogéologique $\frac{1}{300000}$ des environs de Montbéliard, p. 19-23.

Nancy. — Bulletin des séances de la Société des sciences de Nancy. 2^e année, n^o 6. 3^e année n^{os} 2, 3 et 5 (Don de M. Bleicher).

(2^e année). Bleicher : Sur un nouveau gisement de terrain houiller découvert au Bonhomme (Alsace), p. 61-63. — H. Chenu : Note sur les terrains anciens des environs de Lubine (Vosges), p. 63-66. — (3^e année). Bleicher : Sur l'origine et la nature de quelques gisements de phosphates de Tunisie, d'Algérie et d'Alsace, p. 12-15. — Id. : Sur les débris osseux microscopiques contenus dans le muschelkalk des environs de Lunéville, p. 51-54.

Niort. — Bulletin de la Bibliothèque scientifique de l'Ouest. 1^{re} année, n^{os} 5-6.

A. Fournier : Des prétendus dépôts marins de l'époque romaine dans la vallée de la Sèvre, à Niort, p. 1-16.

Reims. — Bulletin de la Société d'études des Sciences naturelles de Reims. 1^{re} année, n^o 1.

Saint-Etienne. — Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale. Mars 1891.

— Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. 3^e série, T. IV, 4^e livr.

Gayet : Note sur les gisements de galène argentifère de la Société des mines de Genolhac et du Chassezac, p. 909-923.

— Atlas de la Société de l'Industrie minérale. — Etudes sur le terrain houiller de Commentry.

3^e série, T. IV, 2^e livr.

Flore fossile, par MM. B. Renault et R. Zeiller (Suite et fin), pl. XLIII à LXXV.

3^e série, T. II :

Faunes Ichthyologique et Entomologique, par MM. Ch. Brongniart et Em. Sauvage, pl. I-XVI.

3^e série, T. II :

Lithologie et stratigraphie, par MM. de Launay et Stanislas Meunier, pl. XXVII-XXX.

3^e série, T. IV, 4^e livr., pl. V-VIII.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Février 1891.

Allemagne. — Berlin. — Abhandlungen der kön. preussischen geologischen Landesanstalt. Neue Folge. Heft 3.

J. Beissel u. E. Holzapfel : Die Foraminiferen der Aachener Kreide. 78 p., 16 pl. in-4°.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XVIII, 1891, n° 3.

E. Goebeler : Ueber die mechanischen Wirkungen des Wassereises, p. 176-183.

Bonn. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande, Westfalens, etc. Jahrg. 47. II, 1890.

Fabricius : Ueber das Vorkommen von Erdöl im Unterelsass, p. 76-81 (Korr.-Bl.). — Laspeyres : Ueber das Vorkommen und die Verbreitung des Nickels im rheinischen Schiefergebirge, p. 81. — Pohl : Ueber alte Eisthätigkeit und Gebirgsbildung in Skandinavien, p. 99-100. — Id. : Neue Funde aus der Umgebung des Laacher Sees, p. 74-75 (Sitzgsber.). — Busz : Interessantes Gestein vom Laacher See, p. 112-113.

Francfort-s./Mein. — Katalog der Vogelsammlung im Museum der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main.

Gotha. — Dr A. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Bd. 37, III, 1891.

W. Götz : Das Kapanaikgebirge in Serbien, p. 60-72, 1 carte.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1891, nos 2-4.

R. Hoernes : Zur Geologie Untersteiermarks, VIII, IX, p. 33-33. — L. v. Tausch : Bericht an die Direction der k. k. geol. Reichsanstalt über eine aus dem Fonde der Schloenbach-Stiftung subventionirte Studienreise nach Süddeutschland, p. 33-40. — Kramberg-r-Gorjanović : Die präpontischen Bildungen des Agramer Gebirges, p. 40. — C. M. Paul : Geologische Aufnahmen in Mähren, p. 41. — M. Vacek : Ueber die geologischen Verhältnisse des Grazer Beckens, p. 41-50. — A. Bittner : Triasbrachiopoden von der Raxalpe und vom Wildangergebirge bei Hall in Tirol, p. 55-60. — E. Tietze : Die weissen Mergel des Agramer Gebirges, p. 60-64. — C. v. John : Natürliches Vorkommen von Humussäure in dem Falkenauer Kohlenbecken, p. 64-67. — Id. : Ueber die chemische Zusammensetzung des sogenannten Taraspits von Vulpera bei Tarasp in der Schweiz und der Miemite überhaupt, p. 67-69. — G. Stache : Geologische Verhältnisse und Karte der Umgebung von Triest, p. 70-74. — L. v. Tausch : Ueber Conchodus (Conchodon Stopp.) aus der alpinen Trias, p. 75. — F. v. Sandberger : Nachträgliche Bemerkung zu meiner Abhandlung « Ueber Steinkohlenformation und Rothliegendes im Schwazwald », p. 83-85. — S. Kontkiewicz : Brauner Jura im südwestlichen Theil von Russisch-Polen, p. 85-89. — P. J. Pioner : Die Moräne von Kitzbühel, p. 89-91. — V. Uhlig : Ueber einige Liasbrachiopoden aus der Provinz Belluno, p. 91-92. — C. O. Cech : Die Tropfsteingrotte Samograd in Kroatien, p. 92-94. — V. Uhlig : Ueber den pienninischen Klippenzug, p. 94-95.

— Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Bd. XIV, 1890.

A. Bittner : Brachiopoden der alpinen Trias, 325 p. 41 pl.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des sciences de Cracovie. Mars 1891.

Australie. — Adélaïde. — Transactions of the Royal Society of South Australia. Vol. XIII, n° 2, 1890.

R. Tate : On the discovery of an older pliocene formation in South Australia, p. 172-180. — Id. : On the stratigraphical relations of the tertiary formations about Adelaide, p. 180-184. — Id. : The Gastropods of the older tertiary of Australia, part III, p. 185-235.

Belgique. — Liège. — Annales de la Société géologique de Belgique. T. XVI, livr. 2, 1890.

W. Spring : Sur la cause de la fécondité de certains calcaires, p. LXVI-LXXIII. — X. Stainier : Flexion par le froid des têtes de bancs sur les pentes, p. LXXXII-LXXXIV. — Id. : Oldhamia antiqua dans le cambrien du Brabant, p. LXXXV. — Id. : Cardita planicosta dans les sables à Isocardia cor à Anvers, p. LXXXVI. — E. Delyaux : Communication préliminaire sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournay et Renaix, p. LXXXVIII-XC. — G. Cesaro : Pyrite de Couthuin, p. XCVII-XCIX. — J. Faucau : Analyse quantitative du Pouhon de Hourt (Grand-Halleux), p. XCIX. — G. Dewalque : Une rectification au sujet de Dreissensia, p. C. — Id. : Le trou de Ponhon, à la Reid, p. CI. — Compte-rendu de la Société géologique de Belgique tenue à Dinant, p. CIII-CLVII. — G. Dewalque : Notice sur François-Léopold Cornet, p. CLIX-CLXXXI.

T. XVII. Livr. 4, 1890.

Alph. Briart : Note sur une faune marine landénienne dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, p. 259-265.

Espagne. — Madrid. — Boletín de la Comisión del mapa geológico de España. T. XVI. 1890.

L. Mallada : Reconocimiento geografico y geológico de la provincia de Tarragona, p. 1-175, 1 carte 1/400000. — D. José Centeno D. Anacleto del Rosario y Sales y D. José de Vera y Gomez : Memoria descriptiva de los manantiales minero-medicinales de la isla de Luzon, 121 p. — Estudios relativos al terremoto ocurrido en Andalucía, 95 p. — Colecciones geológicas, 91 p. — L. Mallada : Sinopsis paleontológica de España, Cretáceo, pl. 52-64.

États-Unis. — Cambridge. — Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XX, n° 8. 1891.

New-Haven. — The American Journal of Science. 3^d ser. Vol. XLI, n° 244, April 1891.

R. S. Tarr : Phenomenon of Rifting in Granite, p. 267-273. — C. R. Keyes : Redrock Sandstone of Marion County, Iowa, p. 273-276. — E. H. S. Bailey : Halotrichite or feather alume, from Pitkin Co., Colorado. p. 296-297. — O. C. Farrington : Crystallized azurite from Arizona, p. 300-308. — O. A. Derby : Occurrence of Xenotime as an accessory element in rocks, p. 308-311. — Id. : Magnetic ore districts of Jacupiranga and Ipanema, Sao Paulo, Brazil, p. 311-321. — C. F. de Landero : Pink Grossularite from Mexico, p. 321-339. — O. C. Marsh : Restoration of Triceratops, p. 339-343, pl. XV-XVI.

Washington. — Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution to July 1888. 1890.

— Id. for the year ending June 30. 1888.

Grande-Bretagne. — Londres. — The Geological Magazine, n° 322. N. S. Dec. III. Vol. VIII, n° 4. April 1891.

J. W. Dawson : On Dendroperon Acadianum and other Carboniferous Amphibians, p. 145-156. — H. H. Howorth : The elevation of the highlands of Eastern Asia, p. 156-164. — W. Maynard Hutchings : Further notes on fireclays, p. 164-169. — A. Harker : Woodwardian Museum notes, p. 169-173. — R. N. Lucas : On the older rocks of Finland, p. 173-178.

— Memoirs of the Geological Survey, England and Wales.

C. Fox-Strangways : The geology of the county north-east of York and south of Malton, 40 p. (1884). — F. J. Bennett : The Geology of the country around Diss, Eye, Rotesdale and Ixworth, 44 p. (1884). — J. R. Dawkins a C. Fox-Strangways : The Geology of Bridlington Bay, 18 p. (1885). — W. Whitaker : The geology of the country around Ipswich, Hadleigh, and Felixstow, 156 p. (1885). — C. Fox-Strangways, C. Reid and G. Barrow : The geology of Eskdale, Rosedale, etc., 56 p. (1885). — F. J. Bennett a J. H. Blake : The geology of country between and south of Bury St-Edmunds and Newmarket, 27 p. (1886). — W. H. Dalton : The geology of the country around Aldborough, Framlingham, Orford and Woodbridge, 59 p. (1886). — W. Whitaker : The Geology of Southwold and of the Suffolk coast from Dunwick to Covehithe, 87 p., 1 pl. (1887). — A. Green a A. Strahan : The geology of the Carboniferous Limestone, Yoredale Rocks and Millstone Grit of North Derbyshire, 2d edit. 212 p., 1 pl. (1887). — W. Talbot Aveline a T. Mck. Hughes : The geology of the country around Kendal, Sedbergh, Bowness and Tebay, 94 p., 3 pl. (1888). — G. Barrow : The geology of North Cleveland, 101 p. (1888). — J. H. Blake : The geology of the country near Yarmouth and Lowestoft, 101 p. (1890).

Cambridge. — Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. Vol. VII, Part. III, 1891.

— Transactions of the Cambridge Philosophical Society. Vol. XV. Part. I, 1891.

Newcastle-upon-Tyne. — North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. March 1891.

Italie. — Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXVIII, 1891. Vol. VII, fasc. 5, 6.

— R. Ufficio geologico. Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia. Vol. VI.

L. Baldacci : Osservazioni fatte nella Colonia Eritrea, 110 p., 1 carte.

— Bolletino delle Opere Moderne straniere. Vol. VI, n° 3, Marzo 1891.

Florence. — Relazione del Servizio minerario nel 1889.

— Bolletino delle Pubblicazioni italiane. 15 apr. 1891.

Palermo. — Bulletin della Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo. N° 1, 2. 6, 25 genn. 1891.

G. G. Gemmellaro : Studi sulle Lyttonie dei calcari con Fusulina della Valle del Fiume Sosio nella Provincia di Palermo, p. 3-5. — Di Monterosato : Relazione fra i molluschi del quaternario di Montepellegrino e di Ficarazzi e le specie viventi, p. 12-15.

— Giornale di Scienze naturali ed economiche pubblicato per cura della Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo. Vol. XX. 1890.

G. G. Gemmellaro : La fauna dei calcari con Fusulina della valle del Fiume Sosio, Appendice, p. 1-36, tav. A-D. — Parte II, p. 37-138., tav. XI-XIX.

Turin. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXVI. Disp. 4, 5. 1890-91.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'anno 1890 all' osservatorio della R. Università di Torino, 1891.

Norvège. — Christiania. — Norges Geologiske Undersøgelse. — Aarbog for 1891.

K. O. Bjorlykke : Graptolite-bearing schists in Vestre Gausdal, p. 1-10. — Th. Münster : Preliminary notes, p. 11-19. — Joh. C. Andresen : An hitherto imperfectly known locality with primordial alumschists in the district of Hennungs, p. 19-21. — Hans Reusch : A day at Åreskutan, p. 22-32. — S. H. Hougland : Dykes at Sand, p. 33-41. — G. E. Stangeland : On peat-mosses, p. 42-46. — J. Johnsen : The Svenningdal silver mine, p. 47-49. — J. P. Früs : Felspar, quartz and mica, their occurrence and industrial value, p. 50-69. — Hans Reusch : The granite quarries at the Idefjord, p. 70-77. — Id. : Glacial striae and boulder-clay in Norwegian Lapponie from a period much older than the last ice-age, p. 78-90.

C. H. Homon : Selbu. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Selbus omraade, 39 p. 1890.

J. H. L. Vogt : Salten og Ranen, 232 p., 6 pl. 1891.

Portugal. — Porto. — Revista de Sciencias Naturals e Sociaes. Vol. II, n° 5. 1891.

Roumanie. — Jassy. — Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy, Vol. IV, n° 6, 1890.

Russie. — Saint-Petersbourg. — Travaux de la Société des Naturalistes de St-Petersbourg. Vol. XXI. fasc. 1. 1890. Section de Géologie et de Minéralogie. (En russe).

N. Karakasch : Sur les eaux artésiennes du district de Théodosie en Crimée, p. 1-28. — P. Vénukoff : Les eutaxites vitreuses des liparites, p. 29-48, 1 pl. — A. Karnojitzky : Sur le trichroïsme de la tourmaline, p. 49-54.

Suède. — Lund. — Acta Universitatis Lundensis. T. XXVI, 1889-90.

S. L. Törnqvist : Undersökning öfver Siljansområdets Graptoliter, p. 1-33, 2 pl.

Séances des 4 et 25 Mai 1891.

1° NON PÉRIODIQUES

Abella (Enr.) y Casariego. — Descripción física, geológica y minera en bosquejo de la isla de Panay. 1 vol. in-8°, 203 p., 3 pl. Manila, 1890.

Ficheur, E. — Géologie de l'Ouarsenis. — Sur la présence de la « *Terebratula diphya* » dans l'oxfordien (Extr. Ass. Fr. pr. l'avanc. des sc. 1889) 16 p.

Id. — Atterrissements miocènes de Bordj-Bouira (Extr. B. S. G. F., t. XVIII).

Id. — Crétacé moyen et supérieur de la région d'Aïn-Bessem (Alger) (Extr. B. S. G. F., t. XVII).

Foord, Arthur H. — Catalogue of the fossil Cephalopoda in the British Museum (Natural History). Part. II. Nautiloidea (remainder). 1 vol. in-8°, 407 p., 1891 (*the Trustees of the British Museum*).

Grand'Eury, C. — Géologie et Paléontologie du Bassin houiller du Gard. St-Etienne, 1890, in-4°, 353 p. — Atlas in-f°, 22 pl. — 2 pl. cartes géologiques et coupes.

Kidston, Rob. — On the fossil flora of the Staffordshire coal fields. Part. II (Extr. Trans. of the R. Soc. of Edinb. Vol. XXXVI, part. I, p. 63-98, 1 pl.).

Id. — Notes on the Palæozoic species mentioned in Lindley and Hutton's « Fossil Flora » (Extr. Proc. of the R. Phys. Soc. Edinb. Vol. X, p. 345-391).

Id. — On the fructification and internal structure of carboniferous ferns in their relation to those of existing genera, with special reference to British Palæozoic Species. (Trans. of the Geol. Soc. of Glasgow. Vol. IX, p. 1-56, pl. I-IV).

Kilian, W. — Sur la structure du massif de Varbuche (Savoie). Chambéry, 1891, in-8°, 16 p., 1 pl.

Labat, (D^r). — Les eaux de Cransac. (Extr. Ann. d'hydrologie, 1891), 15 p.

Lionnet, G. — Extraits du Bulletin de la Société géologique de Normandie :

— Notice à propos des feuilles de la Floride, 1875, 27 p.

— Etude sur les roches triasiques de Normandie et sur les dépôts limitrophes, par W.-A.-E. Ussher (traduit de l'anglais), 32 p.

— Réunion de la Société Linnéenne de Normandie, à Alençon, en 1878, 14 p.

— Notes géologiques et minéralogiques sur la Bourboule et les environs, 1884, 7 p.

— Excursions à Tancarville, Lillebonne, Bolbec, Mirville, Fécamp, 1884, 15 p.

— Contributions à l'étude des roches erratiques du terrain crétacé inférieur de la Hève, 1886, 4 p.

— Note sur quelques phosphates des Indes occidentales, par M. G. Hughes (traduit de l'anglais), 1886, 4 p.

Margerie, E. de. — Géologie, Asie et Amérique (Extr. Ann. Géol. univers.), t. VI, 47 p.

Milne-Edwards. Alph. — Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France, t. II.

Moreno, F. P. — Exploracion arqueologica de la provincia de Catamarca (Extr. Revista del Museo de la Plata, T. I, p. 199-234, pl IX).

Parran. — Bassin houiller du Gard. Progrès réalisés dans la géologie de ce bassin depuis 1878 (Extr. Ann. Géol. univers.), T. VI, p. 1187-1195.

Parrandier. — Création d'une Société et de salles de collections pour les études géologiques et leurs applications dans le département du Doubs. Besançon, 1850, 15 p.

Id. — Rapport présenté à la Société des agriculteurs de France, sur des vœux émis par cette Société en faveur : 1° du nivellement général de la France ; 2° de la confection par périmètres déterminés de cartes orographiques et de géologie utilitaire. Arbois, 1889.

Prestwich, Jos. — On the age, formation and successive drift-stages of the valley of the Darent (Extr. Quart. Journ. XLVII, p. 126-163, pl. VI-VIII).

Priem. F. — L'évolution des formes animales avant l'apparition de l'homme. Paris, 1891, 383 p.

Renevier, E. — I. Envahissement graduel de la mer éocénique aux Diablerets ; II. Origine et âge du Gypse et de la Cornieule des Alpes vaudoises ; III. Transgressivité inverse (Extr. Eclogae geolog. Helvetiae, vol. II, p. 225-252).

Scudder, S.-S. — The fossil Insects of North America, vol. I, The Pretertiary Insects, 1 vol. in-4°, 455 p., 34 pl., vol. II, The Tertiary Insects, 1 vol. in-4°, 663 p., 28 pl. (Rep^t of the U. S. geol. Surv. of the Territ., vol. XIII).

Steinmann. — Einige Foossilreste aus Griechenland (Extr. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft, Jahrg. 1890), p. 764-771.

Woodward, Arthur Smith. — Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum (Natural History). Part II, 1 vol. in-8°, 567 p., 16 pl., 1891 (*The Trustees of the British Museum*).

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. T. CXII, nos 16-20.

J. Renaud : Sur les sondages exécutés dans le Pas-de-Calais en 1890, p. 898. — P. Termier : Sur les terrains métamorphiques des Alpes de Savoie, p. 900. — L. Cayeux : De l'existence des diatomées, dans le landénien inférieur du nord de la France et de la Belgique, p. 969. — Bleicher : Sur la structure microscopique des roches phosphatées du Dekma (département de Constantine), p. 1022. — E. Rivière : Note sur les gisements quaternaires d'Eragny et de Cergy (Seine-et-Oise), p. 1024. — K. de Kroustchoff : Sur la théorie des feldspaths de M. Tschermak, p. 1070. — Marcel Bertrand et Zurcher : Sur un témoin d'un nouveau pli couché près de Toulon ; phyllades superposés au trias, p. 1083. — Roussel : Sur la permanence de l'effort orogénique dans les Pyrénées pendant les périodes géologiques, p. 1086. — J. Thoulet : Considérations sur les eaux abyssales, p. 1144. — E. Ficheur : Sur un

faciès particulier du créacé dans le massif du Bou-Thaleb (Algérie), p. 1150. — Martin : Gisement de néphrite exploité en Chine, dans la chaîne de montagnes d' Nan Chan, p. 1153. — Stanislas Meunier : Note rectificative sur un fossile corallien récemment décrit, p. 1154. — Paul Girod et Paul Gautier : Découverte d'un squelette humain contemporain des éruptions volcaniques quaternaires du volcan de Grave-noire (Puy-de-Dôme), p. 1155.

— Journal des Savants. Mars et avril 1891.

— Bulletin des Services de la Carte géologique de la France. T. II, nos 18 et 19.

(N° 18) Ph. Zurcher : Note sur la continuation de la chaîne de la Sainte-Beaume (Feuille de Draguignan). — Id. : Notes sur quelques points de la feuille de Castellane. — (N° 19) G. Vasseur : Contribution à l'étude des terrains tertiaires du sud-ouest de la France.

— Journal de Conchyliologie, 3^e série. T. XXXI, n° 1.

— Bulletin de la Société Française de Minéralogie. T. XIV, nos 2 et 3.

F. Gonnard : Sur l'offrétite, nouvelle espèce minérale, p. 58-60. — C. Friedel : Sur la nesquehonite, p. 60-63. — F. Fouqué : Notice nécrologique sur Alph. Favre, p. 63. — E. Jannettaz : Sur le talc de Madagascar, p. 66. — Id. : Sur quelques autres matières minérales de Madagascar, p. 68. — Id. : Sur l'argent natif du Congo français, p. 69. — L. Michel : Production de la bertrandite dans le beryl de Limoges, p. 76. — Frossard : Corindon des Pyrénées françaises, p. 77.

— Bulletin de la Société Philomathique de Paris. 8^e série, T. III, n° 1.

— Bulletin de la Société Zoologique de France, T. XVI, n° 4.

— Bulletin de la Société Botanique de France. 2^e série, T. XIII, n° 2.

— L'Anthropologie. T. II, n° 2.

Edouard Harlé : Note sur les mandibules d'un Canidé du genre Cuon, p. 129-140. — E. Cartailhac : Les fouilles de M. Ed. Piette dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège), p. 141-149.

— Compte rendu sommaire des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie. Nos 9-11.

— Revue des Sciences naturelles de l'Ouest. N° 2, avril 1891.

P. Lebesconte : Existe-t-il une série d'assises nouvelles entre les schistes rouges et le grès armoricain ? p. 130-135.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français. Avril 1891.

— La Nature. Nos 934-938.

E. A. Martel : Abîmes et grottes du causse de Gramat (Lot), p. 394-398.

— Le Naturaliste. Nos 100-101.

Stanislas Meunier : Nouvelle plante fossile, p. 101. — H. Boursault : Coupe d'un sondage à Curgies (Nord), p. 118.

Auxerre. — Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. 44^e vol.

V. Gauthier : Note sur quelques échinides de l'Yonne, p. 75-96. — G. Cotteau : La Géologie au Congrès de Limoges en 1890, p. 97-114.

Caen. — Bulletin du laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences de Caen, 1^{re} année, n° 4.

A. Bigot : Revue des Pélécy-podes décrits par DeFrance dans le Dictionnaire des Sciences naturelles, d'après les types conservés dans la collection de cet auteur (fin), p. 131. — Id. : Esquisse géologique de la Basse-Normandie (suite), p. 134-156.

Lyon. — Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon. T. IX, n° 2.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France. 4^e année, nos 4-5.

Saint-Etienne. — Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale, avril 1891.

Valenciennes. — Revue de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Valenciennes, T. XLI, nos 1-4.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Mars-avril 1891.

Allemagne. — Berlin. — Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XXVI, 1891, n° 2.

A. Hettner : Das südlichste Brasilien, p. 83-144, pl. II.

Gotha. — Dr A. Petermanns Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Vol. XXXVII, 1891, n° 4.

O. Grumprecht : Zur Entwicklung der Wasserscheiden, p. 90-97, pl. VII. — V. Lehmann : Der ehemalige Gletscher des Lalathales im Rodnaer Gebirge, p. 98-99. — Rudzki : Die Bewegung der Kontinente während der Eiszeit, p. 101.

Leipzig. — Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 1890.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1891, I. 3.

Max Bauer : Beiträge zur Mineralogie, VII. Reihe, p. 217-266, pl. V. — A. Kenn-gott : Die Formel des Axinit, p. 267. — R. Brauns : Noch einmal über die « Spiegel » im Buntsandstein der Gegend von Marburg, p. 268-272. — W. Müller : Granat von Kedabék in Kaukasien, p. 272-273. — A. Ulrich : Ueber zwei amerikanische Charakterformen im Devon Südafrikas, p. 273-274. — F. v. Sandberger : Bemerkungen über den Falkenhaynit von Joachimsthal und sein Verhältniss zu dem Annvit, p. 274-276. — J. W. Regers : Ueber die Bildung des Thenardits und Glaserits,

p. 267-278. — H. Rauff : Vorläufige Mittheilung über das Skelet der Anomocladinen, p. 278-284. — Ch. D. Walcott : Auffindung von Fischresten im Untersilur, p. 284-285. — A. Rothpletz : Ueber die Diadematiden-Stacheln und Haplopoporella fasciculata aus dem Oligocän von Astrupp, p. 285-290. — A. Jentzsch : Ueber die angeblichen Yoldia-Thonkerne des schlesischen Diluviums, p. 290-291. — M. Belowsky : Ueber die Aenderungen welche die optischen Verhältnisse der gemeinen Hornblende beim Glühen erfahren, p. 291-292.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Mittheilungen der prähistorischen Commission der kais. Akademie der Wissenschaften. Vol. I, n° 2, 1890.

— Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Vol. XV, n° 3, 1891.

Fr. Teller : Ueber den Schädel eines fossilen Dipnoërs *Ceratodus Sturii* n. sp. aus den Schichten der oberen Trias der Nordalpen, 38 p., 4 pl.

— Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1891, nos 5-7.

— Carl Hoffmann, p. 97. — M. Raciborski : Zur Frage über das Alter des Karniowicer Kalkes, p. 98-100. — J. Procházka : Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna des Miocängebietes der Umgebung von Mähr.-Trübau, p. 100-107. — F. Teller : Ueber *Ceratodus Sturii* nov. spec. aus der oberen Trias der Nordalpen, p. 107. — G. Geyer : Bericht über die geologischen Aufnahmen im Gebiete des Specialkartenblattes Murau, p. 108-120. — R. Hörnes : Das Vorkommen der Gattung *Clavatula* Lamk. in den marinen Miocänablagerungen Oesterreich-Ungarns, p. 123-133. — A. Bittner : Ueber *Parabrissus* und einige andere alttertiäre Echiniden-Gattungen, p. 133-144. — R. Hörnes : Vorlage der 7ten Lieferung des Werkes « Die Gasteropoden der Meeresablagerungen der ersten und zweiten miocänen Mediterranstufe », p. 144-149. — Dr. August Schenk, p. 151-153. — E. Tietze : Ueber das Alter des Karniowicer Kalkes, p. 153-163. — Jos. v. Siemiradzki : Ueber das Jura- und Rhätgebiet am Nordostabhange des polnischen Mittelgebirges im Flussgebiete der Kamienna, p. 163-166. — E. Tietze : Die Ergebnisse zweier Bohrungen in der Nähe von Wieliczka, p. 167-168. — C. v. Camerlander : Geologische Aufnahmen im Gebiete des Spieglitzer Schneeberges, p. 168-169.

Budapest. — Földtani Közlöny. Zeitschrift der Ungarischen geologischen Gesellschaft. Vol. XXI, nos 1-3, janvier-mars, 1891.

M. Staub : Die Flora Ungarns in der Eiszeit, p. 74-75.

— Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. ungarischen geologischen Anstalt. Vol. IX, nos 3-5, 1891.

R. Miczynski : Ueber einige Pflanzenreste von Radács bei Eperjes, Comitat Sáros, p. 51-63, pl. II-IV. — M. Staub : Etwas über die Pflanzen von Radács bei Eperjes, p. 67-77. — J. Halaváts : Die zwei artesischen Brunnen von Szeged, p. 81-102, pl. V-VI.

— Jahresbericht der kgl. ung. geologischen Anstalt für 1889, 196 p.

Cracovie. — Bulletin international des sciences de Cracovie. Avril 1891.

Belgique. — Bruxelles. — Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie (Bruxelles). 4^e année, T. IV, fasc. II, 1890-1891.

Procès-verbaux.

F. Lœwinson-Lessing : Revue bibliographique des nouvelles publications géologiques et paléontologiques russes, février-mai 1890, p. 117-125. — E. Dupont : Sur les principales données que la Géologie peut fournir à l'agriculture, p. 130-142.

Mémoires.

A. Rutot et E. Van den Broeck : Matériaux pour servir à la connaissance chimique des eaux artésiennes du sous-sol de la Belgique, p. 170-220. — F. Lœwinson-Lessing : Etude sur la composition chimique des roches éruptives, p. 221-235, 1 tableau. — A. Rutot : Les eaux brunes dans les puits artésiens de Ninove, p. 237-240.

Canada. — Montréal. — Geological Survey of Canada. Contributions to Canadian Palaeontology. Vol. III, in-4^o.

E. D. Cope : On Vertebrata from the tertiary and cretaceous rocks of the north west Territory, I, p. 1-25, pl. I-XIV.

Ottawa. — Summary report of the Geological Survey Department for the year 1890.

Danemark. — Copenhague. — Mémoires de l'Académie Royale de Copenhague. 6^e sér. Cl. des Sc. T. VII, nos 1-3.

— Bulletin pour 1890, n^o 2.

États-Unis. — Cambridge. — Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College. Vol. XXI, n^o 1.

Meriden, Connecticut. — Transactions of the Meriden Scientific Association. Vol. IV, 1889-1890.

J. H. Chapin : The topographical survey of Connecticut, p. 51-57, 1 pl. — Id. : Some geological features of Meriden, p. 58-61. — Id. : Cycadinocarpus Chapinii, p. 62.

New Haven, Conn. — The American Journal of Science. 3^d ser. Vol. XLI, n^o 245. May 1891.

T. C. Chamberlin a. R. D. Salisbury : Relationship of the Prepleistocene of the Mississipi Basin, south of the glaciation limite, p. 359-378. — H. V. Winchell : Age of the Saganage Syenite, p. 386-390. — F. A. Genth : Contributions to Mineralogy, L-LI, p. 394-403. — W. P. Blake : Columbite of the Black Hills, p. 403-406. — H. N. Ridley : The raised reefs of Fernando de Noronha, p. 406-409. — T. M. Reade : Cause of active compressive stress in rocks and recent rock flexures,

p. 409-415. — W. P. Headden : Phosphates from the Black Hills, p. 415-417. — W. E. Hidden a. J. B. Mackintosh : Supplementary notice on the polycrase of North and South Carolina. p. 423-425.

New-York. — Bulletin of the American Museum of Natural History. Vol. III, n° 1, déc. 1890.

Philadelphie. — Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Oct.-déc. 1890.

H. A. Pilsbry : Trochidæ, new and old, p. 343-344. — Ch. Wachsmuth a Fr. Springer : The perisomic plates of the Crinoids, p. 345-392, pl. IX-X. — Ang. Heilprin : The Eocene Mollusca of the State of Texas, p. 393-406, pl. XI. — Th. D. Rand, Geology of the South (Chester) Valley Hill, p. 435. — L. Woolman : Geology of Artesian Wells. Atlantic City, N. J., p. 444. — Ang. Heilprin : The geology and paleontology of the Cretaceous Deposits of Mexico, p. 445-469, pl. XII-XIV.

— Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXVIII, n° 124, july-dec., 1890.

Topeka. — Transactions of the 22^d meeting of the Kansas Academy of Science. 1889, vol. XII.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Royal Society. Vol. XLIX, n° 298, 1891.

W. C. Williamson : On the organisation of the fossil plants of the Coal-measures, XVIII, p. 154-155.

— The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLVII, n° 186, may 1891.

A. Geikie : The Anniversary address of the President, p. 48-162. — E. Hill a. T. G. Bonney : On the north-west region of Charnwood Forest, p. 78-100, 1 pl. — T. G. Bonney : Note on a contact-structure in the Syenite of Bradgate Park, p. 101-108. — Ch. Callaway : On the unconformities between the rock-systems underlying the Cambrian Quartzite in Shropshire, p. 109-125, 1 pl. — J. Prestwich : On the age, formation and successive driftstages of the valley of the Darent, p. 126-163, pl. VI-VII. — H. G. Seeley : On Agrosaurus Macgillivrayi (Seeley), a Saurichnian Reptile from the N. O. Coast of Australia, p. 164-169, 2 pl. — Thos H. Holland : Notes on rock-specimens collected by W. Gowland in Korea, p. 171-196. — J. B. Harrison : The Geology of Barbados, p. 197-265, pl. IX.

— Proceedings of the Geologists' Association. Vol. XI, nov., 1890.

H. B. Woodward : Brief notes on the Geology of the Mendip Hills, p. 481-494.

— The Geological Magazine. N. S. Dec. III. Vol. VIII, n° 5 (323). May 1891.

O. C. Marsh : The gigantic Ceratopsidae, p. 193-199, pl. IV-V. — H. G. Seeley : On Bubalus Bainii, p. 199-202. — R. B. Newton : On the genus Léveillia, p. 202-209, pl. VI. — W. T. Blanford : Note on the age of the Himalayas, p. 209-210. — Ch. Davison : Note on mountain-evolution, p. 210-211. — A. Smith Woodward : On a

Microsaurian from the Coal, p. 211-213. — T. Stock : On the Keuper Conglomerate near Bristol, p. 213-215.

Edimbourg. — Proceedings of the Royal Physical Society. Session 1889-90.

J. Geikie : Opening address, p. 171-202, pl. VIII-IX. — R. H. Traquair : On the structure of *Cocosteus decipiens* Ag., p. 211-223, pl. XI. — Id. : On *Phyctaenaspis*, a new genus of *Cocosteidae*, p. 227-233, pl. XII. — J. G. Goodchild : The cubital covers of the *Euornithae* in relation to taxonomy, p. 317-333. — Th. Scott : Preliminary notes on a post-tertiary fresh-water deposit at Kirkland, Leven and at Elie, Fifeshire, p. 334-345. — R. Kidston : Notes on the palaeozoic species mentioned in Lindley and Hutton's « Fossil Flora », p. 345-392. — J. Bennie : Note on a recent exposure of a « Washout » of strata in New Redhall Quarry, p. 392-396, pl. XVI.

Glasgow. — Transactions of the Geological Society of Glasgow. Vol IX, 1, 1888-89, 1889-90.

R. Kidston : On the fructification and internal structure of carboniferous ferns in their relation to those of existing genera, p. 1-56, pl. I-IV. — J. Young : On the internal structure of the Carboniferous Corals forming the genus *Chaetetes*, p. 57-63. — R. Craig : Notes upon a cutting in the New Kilbirnie Branch of the Lanarkshire and Ayrshire Railway, p. 64-71. — M. Forster Heddle : On new localities of zeolites, p. 72-77. — T. Rupert-Jones : On some *Estheria* and *Estheria*-like shells from the Carboniferous Shales of Western Scotland, p. 79-85, pl. V. — J. Young : On a peculiar structure — spines without spines — in carboniferous species of *Productidae*, p. 86-90. — J. S. M'Lennan : The Geology of the Lugton Valley, p. 91-99. — Dugald Bell : Phenomena of the Glacial Epoch, p. 100-138. — M. Blair : The surface geology of Paisley, p. 139-150. — J. Smith : The great ice age in Garnock Valley, p. 151-191, pl. VI-IX. — J. White : Notes on Gairlock, Ross-shire, p. 192-200. — J. Smith : Note on the occurrence of footprints in the Calciferous Sandstone between West Kilbride and Fairlie, p. 201-202. — J. Young : On Mammalian remains from Cresswell Crag Bone Caves, p. 210-212. — J. Bennie : On things new and old from the ancient lake of Cowdenglen, Renfrewshire, p. 213-225.

Penzance. — Transactions of the Royal Geological Society of Cornwall. Vol. XI, 5.

W. A. E. Ussher : The Devonian Rocks as described by De la Bèche interpreted in accordance with recent researches, p. 273-326, 1 carte. — Howard Fox : On the micaceous schists of the Penolver district (the Lizard), p. 327-333. — Id. : The Cavouga Boulder, p. 334-335, 2 pl. — Id. : Picotite in Serpentine, p. 336-337. — R. N. Worth : Additional notes on the Cornish Trias, p. 338-346.

Italie. — Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXVIII, 1891, ser. 4^a. Vol. VII, fasc. 7-8.

De Stefani : Cenni preliminari sui terreni cristallini e paleozoici della Sardegna, p. 272-277.

Florence. — Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Bolletino delle Pubblicazioni Italiane ricevute per diritto di stampa, 1891, n^{os} 128-129.

Palerme. — *Bulletino della Reale Accademia di Scienze, Lettere e Belle Arti di Palermo*. Anno VII, n^{os} 1-6, 1890.

Turin. — *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*. Vol. XXVI, n^{os} 6-8, 1890-91.

Mylius : *Intorno ad alcune forme inedite di Molluschi miocenici*, p. 453-462.

Mexique. — Mexico. — *Memorias y revista de la Sociedad científica « Antonio Alzate »*. Vol. IV, 5-6.

Norvège. — Christiania. — *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*. Vol. XXXII, 2. 1891.

O. E. Schiøtz : *Sparagmit-Kvarts-Fjeldet langs Graensen i Hamar Stift og i Herjedalen*, p. 97-98.

Nouvelles - Galles - du - Sud. — Sydney. — *Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales*. Vol. XXIV, 1.

Pays-Bas. — Harlem. — *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*. Vol. XXV, 1.

Portugal. — Commission des travaux géologiques du Portugal. *Description de la faune jurassique du Portugal*.

P. de Loriol : *Embranchement des Echinodermes*, fasc. 2, p. 109-179, pl. XIX-XXIX.

Queensland. — Brisbane. — *The Proceedings of the Philosophical Society of North Queensland*. Vol. I, 1889-90.

Russie. — Saint-Pétersbourg. — *Bulletins du Comité géologique*. Suppl. au t. IX.

S. Nikitin : *Bibliothèque géologique de la Russie*. 1889, 187 p.

— *Mémoire de l'Académie impériale des Sciences de St-Pétersbourg*. 7^e sér.

T. XXXVII, n^{os} 9-13.

T. XXXVIII, n^o 1.

J. V. Rohon : *Die Jura-Fische von Ust-Balei in Ost-Sibirien*, 15 p., 2 pl.

Moscou. — *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou*. 1890, n^o 2.

A. Pavlow : *Le Néocomien des montagnes de Worobiewo*, p. 173-186, pl. VI. — E. Kislakowsky : *Ueber den Meteoriten von Turgaisk*, p. 187-199, pl. VII.

République Argentine. — Revista argentina de Historia natural. Vol. I, n° 2, 1891.

Fl. Ameghino : Observaciones criticas sobra los caballos fósiles de la Republica Argentina, p. 65-87. — Id. : Sobre algunos restos de mamíferos fósiles recogidos por el señor Manuel B. Zavaleta en la formacion miocena de Tucuman y Catamarca, p. 88-100.

Suisse. — Genève. — Mémoires de la Société paléontologique Suisse. Vol. XVII, 1890.

R. Häusler : Monographie der Foraminiferen der Transversarius-Zone, 135 p., 15 pl. — Rütimeyer : Uebersicht der eocänen Fauna von Egerkingen, 24 p. — J. Früh : Zur Kenntniss der Gesteinsbildenden Algen der Schweizer-Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Säntisgebietes, 32 p., 1 pl. — H. Haas : Kritische Beiträge zur Kenntniss der jurassischen Brachiopodenfauna des schweizerischen Juragebirges und seiner angrenzenden Landestheile, p. 37-102, pl. III-V. — P. de Loriol : Etudes sur les mollusques des couches coralligènes inférieures du Jura Bernois, p. 81-174, pl. X-XVIII.

Victoria. — Melbourne. — Reports and statistics of the Mining Department for the quarter ended 31 st. dec. 1890.

Séances du 8 et du 22 Juin 1891.

1° NON PÉRIODIQUES

Bonaparte (Prince Roland). — Une excursion en Corse. In-4°, Paris, 1891, 273 p., 6 pl.

Capellini, Giov. — Zifoidi fossili e il rostro di diplodonte della Farnesina presso Roma (Mem. d. R. Accad. d. Sc. dell' Istituto di Bologna, Ser. V, t. I, 14 p., 1 pl.).

Collot. — Coup d'œil général sur la géologie des Bouches du Rhône et de la partie contiguë du Var. 5 p. (Extr. Ass. Fr. pour l'avanc. des Sciences, 1890).

Id. — Etat de la géologie des Bouches-du-Rhône, 11 p. (Ibid.).

Delvaux, E. — Epoque quaternaire. Sur un terme nouveau du Quaternaire inférieur observé en Belgique (Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. XVIII, Mém. 1891, 35 p.).

Fleming, Sandford. — Time-reckoning for the 20th century (Smithsonian Report for 1886, p. 345-366).

Gümbel, C. W. v. — Geologische Bemerkungen über die Thermen von Bormio und das Ortlergebirge (Sitzungsber. d. math.-physik. Classe d. k. bayer. Akad. d. Wiss. 1891, vol. XXI, n° 1, p. 79-120).

Ladrière, J. — Etude stratigraphique du terrain quaternaire du Nord de la France (Extr. Ann. Soc. Géol. Nord, T. XVIII, p. 93-149 et 205-276, 2 pl.).

Lapparent (de). — Abrégé de Géologie. 2^e édition, Paris 1891, 280 p., 1 carte.

Lydekker, Rich. — Catalogue of the fossil Birds in the British Museum (Natural History). (*The Trustees of the British Museum*). 1 vol. in-8°, 368 p.

Ministère des Travaux publics. — Service de la Carte géologique de la France.

Feuilles : 74, Pontivy ; 90, Redon ; 120, Loches ; 121, Valençay ; 140, les Sables d'Olonne ; 247, Marseille.

Montessus de Ballore. — Etude critique des lois de répartition saisonnière des séismes (Arch. des Sc. phys. et nat., 3^e pér., t. XXV, n° 5, 15 mai 1891, p. 504-517, pl. V).

Porte, A. M. — Nouvelles recherches sur les gisements houillers de la Nouvelle-Calédonie. 1 broch. in-8°, 65 p., Nouméa, 1890.

Prosser, Ch. S. — The Geological Position of the Catskill group (The American Geologist, 1891, p. 351-366).

Ramond, G. — La Nouvelle-Zélande, esquisse d'histoire naturelle (Feuille des Jeunes naturalistes, 1891, 23 p.).

Dons de M. Ramond : Bulletin officiel de l'Exposition universelle de 1889, 2^e série, n° 64. — Catalogue officiel de l'Exposition de la République mexicaine, Paris 1889. — Catalogue spécial officiel de l'Exposition de la République Argentine, Paris, 1889. — Catalogue officiel des sections portugaises, Paris, 1889.

E. Firmin : Le Kansas en 1889, 1 broch. in-8°, 40 p. — James Hector : Handbook of New Zealand, 4th edit., 1 vol. in-8°, 120 p., 1886. — Thomas C. Just : The official hand-book of Tasmania, 4th edit., 1 vol. in-8°, 144 p., 1888.

Renevier. — Musées d'histoire naturelle de Lausanne. Rapports annuels des conservateurs. 1 broch. 18 p., 1891.

Schardt, Hans. — Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura (Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., vol. XXVII, p. 69-92, pl. IV-VIII).

Toldo, Giov. — Studi geologici sulla provincia di Piacenza (Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. IX, fasc. 3, 19 p., 1 pl.).

Vattier, Ch. — L'avenir de la Métallurgie du fer au Chili. Paris, 1890, 2 vol. in-4°, 51 et 107 p., 2 cartes.

2° PÉRIODIQUES

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. T. CXII, nos 21-24.

Sirodot : De l'âge relatif du gisement quaternaire du mont Dol (Ille-et-Vilaine), p. 1180. — De Kroustchoff : Sur la formation trappéenne de la Toungouska Pierreuse (Sibérie septentrionale), p. 1230. — L. Cayeux : Diffusion des trois formes distinctes de l'oxyde de titane dans le Crétacé du nord de la France, p. 1279. — Albert Gaudry : Le mastodonte du Chericheira, p. 1297. — A. Lacroix : Sur les enclaves de syénites néphéliniques trouvées au milieu des phonolites du Höhgau et de quelques autres gisements ; conclusions à en tirer, p. 1323. — J. Seunes : Observations sur le parallélisme des assises du crétacé supérieur des Pyrénées occidentales (Basses-Pyrénées et Landes), p. 1325. — Ch. Depéret : Sur l'existence d'une petite faune de vertébrés miocènes dans les fentes de rochers de la vallée de la Saône à Gray et au mont d'Or lyonnais, p. 1384. — Bachelard : Contribution à l'étude géologique des environs de Digne, p. 1386. — Dom Jehl : Faune d'un dépôt d'ossements quaternaires des environs de Pouillenay (Côte-d'Or), p. 1387.

— Annales des Mines. 8^e série, T. XIX, 1^{re} livr.

J. Thoulet : Expériences sur la sédimentation, p. 5-36. — De Launay : Les mines d'or du Transvaal, p. 102-133. — E. Castel : Notice nécrologique sur M. du Souich, p. 215-252.

— Bulletin de la Société Française de Minéralogie, T. XIV, n° 4.

G. Friedel : Sur une serpentine de Brewster (New-York), p. 120-127.

— Bulletin de la Société Zoologique de France, T. XVI, n° 5.

— Mémoires de la Société Zoologique de France, T. IV, feuilles 1 à 13, pl. 1 à 111.

— Bulletin de la Société Botanique de France. 2^e série, T. XIII, n° 3.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. 4^e série, T. I, 4^e fasc.

— L'Anthropologie. T. II, n° 3.

— Bulletin de la Société de Géographie. 7^e série, T. XII, 1^{er} trim.

Ch. Vélain : Géologie. Roches cristallophylliennes et éruptives (Explorations dans la Laponie russe ou presque île de Kola, par M. Charles Rabot), p. 49-102.

— Compte-rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie, 1891, nos 12 et 13.

— Association Française pour l'avancement des Sciences.

1^{re} partie : Documents officiels. — Procès-verbaux.

2^e partie : Compte-rendu de la 19^e session : Limoges. Notes et mémoires.

Zenger : Les causes cosmiques des perturbations atmosphériques et sismiques du Globe, p. 314-328. — Wada : Activité sismique récente du Japon, p. 328-337. — Cotteau : Note sur le genre Echinolampas, p. 337-341. — P. de Loriol : Note sur les échinodermes jurassiques du Portugal, p. 341-344. — A. Caraven-Cachin : De l'âge des conglomérats tertiaires du Tarn et de l'Aude, p. 344-346. — Id. : Etude sur les argiles rutilantes lutéliennes du Tarn, p. 346-347. — Id. : Description des argiles rutilantes bartoniennes du Tarn, p. 347-351. — Nicolas : Faune malacologique du Danien (Saint-Rémy et les Baux), p. 351-363. — Collot : Coup d'œil général sur la géologie des Bouches-du-Rhône et de la partie contiguë du Var, p. 363-367. — Ed. F. Honnorat-Bastide : Sur une forme nouvelle ou peu connue de céphalopode du crétacé inférieur des Basses-Alpes, p. 367-369. — Id. : Sur les couches indécises du lias et du bajocien à Digne, p. 369-376. — E. Rivière : Gisements quaternaires d'Eragny et de Cergy (Seine-et-Oise), p. 380-383. — A. Donnezan : Découverte de fossiles dans le pliocène de Perpignan, p. 383-388. — Le Verrier : Roches éruptives et terrains anciens de la Corse, p. 388-397. — E. Ficheur : Sur la constitution géologique du Djebel Chénoua (Alger), p. 397-408. — F. Regnault : 1^o Fouilles dans le terrain miocène moyen de Saint-Gaudens (Haute-Garonne). — Le dryopithèque ; 2^o Fouilles dans les grottes de Gargas et de Malarnaud, p. 408-412. — C. Brongnart : Insectes fossiles du terrain houiller pourvus de six ailes, p. 497-502.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français. Mai 1891.

— La Nature. Nos 939-942.

— Le Naturaliste. Nos 102-103.

Stanislas Meunier : Le Staurophyton Bagnolensis, p. 134. — Ménégau : L'évolution des formes animales avant l'apparition de l'homme, p. 140-142.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société linnéenne du Nord de la France. Nos 224-226.

Caen. — Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 4^e série, 5^e vol., 1^{er} fasc.

Lille. — Annales de la Société Géologique du Nord. T. XVIII, 4^e livr. et T. XIX, 2^e livr.

(T. XVIII). Gosselet : Leçon d'ouverture du cours de minéralogie, p. 277-305. — (T. XIX). Ludovic Breton : Puits artésien de Calais (suite), p. 49-52. — Henri Lasne : Sur les terrains phosphatés de Picardie, p. 52-61. — Ch. Barrois : Observations sur le terrain silurien des environs de Barcelone, p. 63-69. — Péroche : De quelques

théories nouvelles, p. 69-84. — Ch. Maurice : Les Insectes des couches triasiques de Fairplay, Colorado, analyse d'un travail de M. S. Scuder, p. 84-89. — L. Cayeux : Sur un gisement de blende et de galène dans le département du Nord, p. 89-90. — Id. : Etude micrographique du tuffeau à *Cyprina planata* du Nord de la France et de la Belgique, du rôle des diatomées dans la formation de ce tuffeau, p. 90-95. — Id. : La craie du Nord de la France et la boue à globigérines, p. 95-102. — J. Gosselet : Observations sur la position du grès de Belleu, du grès de Molinchart et du conglomérat de Cernay, p. 102.

Meaux. — Bulletin du Syndicat agricole de l'arrondissement de Meaux, 4^e année, n^o 6.

Moulins. — Revue Scientifique du Bourbonnais et du centre de la France, 4^e année, n^o 6.

St-Etienne. — Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale, mai 1891.

Alsace-Lorraine. — Strasbourg. — Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen. Vol. III, n^o 5.

B. Förster : Die Insekten des « plattigen Steinmergels » von Brunstadt, p. 335-594, p. XI-XVI.

Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Mai 1891.

Allemagne. — Berlin. — Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Vol. XLII, n^o 4. Oct., Nov., Dec. 1890.

E. Haase : Beiträge zur Kenntniss der fossilen Arachniden, p. 631-657, pl. XXX-XXXI. — Th. Lange : Beiträge zur Kenntniss der Flora des Aachener Sandes, p. 658-676, pl. XXXII-XXXIV. — A. Rothpletz und V. Simonelli : Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria, p. 677-736, pl. XXXV-XXXVI. — J. Lemberg : Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Mineralien, p. 737-752. — O. Jaekel : *Oracanthus Bochumensis* n. sp., ein Trachyacanthide des deutschen Kohlengebirges, p. 753-755, pl. XXXVII. — J. Siemiradski : Ueber eine Endmoräne der ersten Vergletscherung unterhalb Krakau, p. 756-758. — P. Oppenheim : Die Geologie der Insel Capri, p. 758-764. — Steinmann : Einige Fossilreste aus Griechenland, p. 764-771. — W. Müller : Kalkspath von Rothenzechau im Kreise Hirschberg in Schlesien, p. 771-772. — O. Jaekel : Ueber *Coccosteus*, p. 773-774. — Von Reinach : Uebersichtskarten der Gegend von der Nahe bis zum Spessarttrand, p. 775-777. — Dames : Geschiebe von cambrischem Sandstein, p. 777-778. — P. Oppenheim : Ueber das Alter des Ellipsactinien-Kalkes im alpinen Europa, p. 778-787. — Kosmann : Ueber die Entstehung und Zusammensetzung der sogen. basischen Salze, p. 787-792. — Remelé : Ueber Pentameren, p. 793. — Kosmann : Mineralien aus den niederschlesischen Erzrevieren, p. 794-796. — Benecke, H. Credner, E. Fraas, Frech, E. Geinitz, Graeff, A. Jentzsch, E. Kayser, K. Keilhack, Penck, Steinmann, A. W. Stelzner, L. van Werveke : Protokoll einer gemeinsamen Begehung des Gebietes der Glarner Doppelfalte unter der Leitung von A. Heim am 14. 15. und 16. August 1890, p. 797-800, pl. XXXVII-XXXIX.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XVIII, 1891, nos 4, 5.

— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Bd. XXV, n° 6.

E. Wagner : Uebersicht über die im Jahre 1890 auf dem Gebiete der Geographie erschienenen Bücher, Aufsätze und Karten, p. 407-674.

Gotha. — Petermanns Mittheilungen. Vol. 37, n° 5.

A. v. Tillo : Ueber eine Depression im Centrum des asiatischen Continents, p. 126. — E. Naumann : Zur Geologie von Japan, p. 127. — E. v. Drygalski : Die Bewegung der Continente zur Eiszeit, p. 127.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1891, II, 1.

Münzing : Ueber den Aufbau des Periklins aus dem Pfischthale und seine Stellung im Systeme der Feldspathe, p. 1-14, pl. I. — R. Beck u. W. Luzi : Ueber die Bildung von Graphit bei der Contactmetamorphose, p. 28-38. — W. Deecke : Zur Geologie von Unteritalien, p. 39-64. — C. Weber : Ueber zwei Torflager im Bette des Nord-Ostsee-Canales bei Grüenthal, p. 62-85. — Sandberger : Ueber Ophit als Umwandlungs-product von Grammatit, p. 90-94. — Rauff : Ueber Palaeospongia prisca Bornem., Eophyton, etc., p. 92-104. — Sandberger : Bemerkungen über Ditichia, eine neue Nuculaceen-Gattung aus Unterdevon, p. 104-105. — A. Denckmann : Nochmals die Wealdenbildungen von Sehnde, p. 105-106.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

Abth. I. Vol. XCVIII, nos 4-7, 1889.

V. Hilber : Geologische Küstenforschungen zwischen Grado und Pola am adriatischen Meere, nebst Mittheilungen über ufernahe Baureste, p. 278-345. — V. Zepharovich : Ueber Vicinalflächen an Adular-Zwillingen nach dem Baveno-Gesetze, p. 404-419. — J. v. Siemiradzki : Ueber Dislocationserscheinungen in Polen und den angrenzenden ausserkarpathischen Gebieten, p. 420-427. — N. Karakasch : Ueber einige Neocomablagerungen in der Krim, p. 428-438, 2 pl. — V. Hilber : Erratische Gesteine des galizischen Diluvium, p. 609-645. — G. Bukowski : Der geologische Bau der Insel Kasos, p. 653-669, 1 carte. — V. Uhlig : Vorläufiger Bericht über eine geologische Reise in das Gebiet der goldenen Bistritz (nordöstliche Karpathen), p. 728-743. — K. A. Weithofer : Ueber Jura und Kreide aus dem nordwestlichen Persien, p. 756-773, 2 pl.

Id. Vol. XCIX, nos 1-3.

E. Jüssen : Ueber pliocäne Korallen von der Insel Rhodus, p. 13-23, 1 pl.

Abth. II a. Vol. XCVIII, nos 4-10, vol. XCIX, nos 1-3.

Abth. II b. Vol. XCVIII, nos 4-10, vol. XCIX, nos 1-3.

Abth. III. Vol. XCVIII, nos 5-10, vol. XCIX, nos 1-3.

— Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Vol. LVI.

Rodler : Ueber Urmiatherium Polaki, einen neuen Sivatheriiden aus dem Knochenfelde von Maragha, p. 313-322, 4 pl.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Mai 1891.

Prague. — Sitzungsberichte der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. 1890, II.

Jan Kusta : Živočišné otisky v pásmu c₁ silurského stupne C, p. 141-148. — Id. : Památky práce lidské v útvaru diluvialním v Čechách, p. 231-239, pl. X, XI.

— Jahresbericht der königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften für das Jahr 1890.

Canada. — Toronto. — Transactions of the Canadian Institute. Vol. I, n° 2, 1891.

P. H. Bryce : Natural history of ground waters, p. 149-169. — A. Harvey : Pelotechthen balanoides, p. 213-215. — L. J. Clark : Formation of Toronto Island, p. 239-246.

— 4th annual report of the Canadian Institute. Session of 1890-91.

Chili. — Santiago. — Boletin de la Sociedad Nacional de Minería. Revista mensual. Año V, 2^a serie, t. I, n°s 1-14.

Etats-Unis. — Baltimore. — Johns Hopkins University circulars. Vol. X., n° 88.

Marquette, Mich. — Report of the Director and Treasurer of the Michigan Mining School. 1886-1891.

New-Haven, Conn. — The American Journal of Science. Vol. XLI, n° 246. June 1891.

Merrill : Post-glacial history of the Hudson River Valley. p. 460-465. — Whitm. Cross : Ahmite and diaspore from the Rosita Hills, Colorado, p. 466-474. — Melville : Diaspore crystals. p. 475-477. — A. Lindenkohl : Notes on the sub-marine channel of the Hudson River, p. 489-498. — J. C. Russell : Are there glacial records in the Newark system? p. 499-505. — Brigham : Recent eruption of Kilauea, p. 507-511. — C. H. Snow : Turquoise in Southwestern New Mexico, p. 511-512.

Washington. — Smithsonian Miscellaneous Collections. N°s 708, 741, 764.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Royal Society. Vol. XLIX, n° 299.

— The Geological Magazine. N. S. Dec. III. Vol. VIII, n° 6 (324). June 1891.

O. C. Marsh : The gigantic Ceratopsidae, p. 241-250, pl. VII. — A. Harker : Rocks from the Tonga Islands, p. 250-258. — W. Dawson : Note on Hylonomus Lyelli, p. 258-259, pl. VIII. — C. A. Mac Mahon : Rutile in Fireclays, p. 259-262. — J. W. Spencer : Subsidence versus glacial dams, p. 262-272. — T. Mellard Reade : Sedimentation and temperature, p. 272-273. — Edwards : On the separation of minerals, p. 273-275.

— Report of the 60th meeting of the British Association for the advancement of science held at Leeds in september 1890.

Newcastle-upon-Tyne. — Transactions of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. Vol. XXXIX, 1, 2. Vol. XL, 1.

Italie. — Rome. — Bolletino delle opere moderne straniere. Vol. VI, nos 4, 5.

Florence.—Bolletino delle pubblicazioni italiane. Nos 130,131.1891.

Japon. — The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Vol. IV, part 1, 1891.

Russie. — Saint-Petersbourg. — Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St-Petersbourg. 7^e sér., t. XXXVIII, n° 2. 1890.

— Mémoires du Comité géologique.

Vol. IV, n° 1. A. Stuckenbergr : Allgemeine geologische Karte von Russland, Blatt 138, Geologische Untersuchungen im nordwestlichen Gebiet dieses Blattes, 115 p. — Vol. V, n° 1. S. Nikitin : Carte géologique générale de la Russie, feuille 57. Moscou, 302 p., 2 cartes. — Vol. V, n° 5. S. Nikitin : Dépôts carbonifères et puits artésiens dans la région de Moscou, 182 p., 3 pl. — Vol. VIII, n° 2. A. Michalski : Die Ammoniten der unteren Wolga-Stufe, 330 p., 13 pl. — Vol. X, n° 1. J. V. Mouchkelow : Le tremblement de terre de Verny, 28 mai (9 juin) 1887, 154 p., 4 cartes.

Moscou. — Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, 1898, n° 3.

H. Trautschold : Ueber Protopirata centrodon Trd., p. 317-319. — N. Krichtafowitch : Note préliminaire sur les couches interglaciales de Troitzkoie, Gouv. de Moscou, p. 525-526.

Suisse. — Genève. — Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. T. XXXI, I, 1890-91.

Lausanne. — *Eclogae geologicae Helvetiae*. Vol. II, n° 3.

Jaccard : Hautes Alpes Vaudoises de E. Renevier, p. 215-224. — Renevier : Envassement de la mer éocène aux Diablerets, p. 225-228. — Id. : Origine et âge du gypse et de la corniule des Alpes Vaudoises, p. 229-246. — Id. : Transgressivité inverse, p. 247-252. — Schardt : Chaîne du Reculet-Vuache, p. 253-344, pl. IV-VIII.

— Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles, 3^e sér., vol. XXVII, n° 103.

Mêmes notes de Renevier et Schardt, p. 41-68, 69-158.

Séance du 3 Novembre 1891.1^o NON PÉRIODIQUES

... — Edmond Hébert (Extrait du discours de M. Hermite, président de l'Académie des Sciences. — Extrait de la Revue internationale de l'Enseignement du 15 Décembre 1890. — Extrait du Mémorial de l'Association des anciens élèves de l'École normale supérieure du 11 Janvier 1891). Paris, 1891, in-8°, 38 p.

Almera, Jaime. — Mapa topográfico y geológico de la provincia de Barcelona. Region primera o de contornos de la capital detallada. 1 f. 1/40000.

Baichère, Ed. — Note sur un tuf calcaire découvert dans les environs de Monze (Aude), suivie de quelques considérations sur le climat de l'Alaric et des Corbières à l'époque préhistorique (Extr. du Bulletin de la Société d'Etudes scientifiques de l'Aude, 2^e année, tome II, 1891), 29 p.

Id. — Notice biographique sur Edmond Hébert (Ibid., p. LXXIX-LXXXIII).

Botti, Ulderico. — La grotta ossifera di Cardamone in Terra d'Otranto (Extr. Bolletino della Società geologica italiana. Vol. IX, fasc. 3), 30 p., 1 pl.

Broeck, Van den... — Affaissement du sol de la France. Preuves géologiques à l'appui des observations du colonel Goulier (Extr. Bull. de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, tome V, 1891. Proc.-verb. p. 13-20).

Calderon, Salvador. — Los volcanes fangosos de Morón (Extr. Annales de la Sociedad Española de Historia Natural., t. XX, 1891, p. 5-21, pl. I).

Id. — Consideraciones sobre la dentición de los Roedores (Extr. ibid., t. XIX, 1890, p. 279-297).

Id. — Epidiorita de Cazalla de la Sierra, Provincia de Sevilla (Extr. ibid. t. XIX, 1890, p. 423-431).

Delvaux, E. — Les puits artésiens de la Flandre. Les cailloux de silex roulés constituant la base de l'étage yprésien. Op. 54 (Extr. Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. XVIII, 1891, p. 181-193).

Id. — Etude stratigraphique et paléontologique du sous-sol de la Campine, Op. 57 (Extr. ibid., p. 107-156).

Id. — Epoque quaternaire. Découverte d'une molaire d'Elephas antiquus. Op. 63 (Extr. ibid. XCI-XCV).

Id. — Un dernier mot sur l'homme tertiaire de Spiennes. Op. 64 (Extr. Bulletin de la Société d'anthropologie de Bruxelles, t. IX, 1890-91), 16 p.

Id. — Epoque quaternaire. Sur un caillou erratique originaire du Saint-Gothard recueilli près de Beverest, dans la vallée du Demer. Op. 65 (Extr. Ann. de la Soc. Géol. de Belg., t. XVIII, p. XCV-XCVIII).

Id. — Premiers résultats des recherches zoologiques et anthropologiques entreprises avec le concours du gouvernement néerlandais dans les grottes des Bovenlanden (Sumatra). Op. 66 (Extr. Bull. de la Soc. d'antrop. de Bruxelles, t. IX, 1890-91); 6 p.

Id. — Un instrument des temps préhistoriques actuellement en usage parmi les bucherons aux environs de la ville de Mons. Op. 68 (Extr. Ibid.), 6 p.

Id. — Les puits artésiens du Hainaut occidental. Sur l'extension du Calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix (Extr. Ann. Soc. géol. de Belg., t. XVIII, p. 165-179).

Id. — Les puits artésiens de la Flandre. Premières données sur le sous-sol du territoire d'Anseghem (Extr. ibid., p. 157-163).

Dubois, Eug. — De Klimaten der Voorwereld en de Geschiedenis der Zon (Extr. Naturkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië Deel LI, Afl. 1, p. 37-92).

Favre, Ernest et Hans Schardt. — Revue géologique suisse pour l'année 1890 (Extr. Arch. des Sciences de la Bibl. Univers., t. XXV, p. 317-343, 421-592).

Ficheur, E. — Sur un facies particulier du Crétacé dans le massif du Bou-Thaleb (Algérie) (Extr. C. R. des séances de l'Acad. des sciences, 19 mai 1891).

Id. — Sur la constitution géologique du Djebel Chénoua (Alger) (Extr. Ass. franç. pour l'avanc. des Sciences. Congrès de Limoges, 1890), 12 p.

Fliche. — Notes pour servir à l'histoire des temps glaciaires (1879-1880). Nancy, 12 p. in-8°.

Girardot, Albert. — Note sur l'Oolithe inférieure de la Franche-Comté septentrionale. Besançon, 1891, 11 p. in-8°.

Gosselet, G. — Terrain houiller du Boulonnais. Aperçu sur le gîte de phosphate de chaux de Hesbaye (Extr. Ann. de la Soc. géol. du Nord, t. XIX), 48 p.

Id. — Observations sur la position du grès de Belleu, du grès de Molinchart et du conglomérat de Cernay (Extr. *ibid.*, p. 102-112).

Harris, F. George and Henry W. Burrows. — The Eocene and Oligocene Beds of the Paris Basin (Extr. Geologists Association, 1891), 129 p.

Jentzsch, Alfred. — Bericht über die geologische Abtheilung des Provinzial-Museums der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft (Extr. Schriften d. phys.-ökon. Gesellsch. zu Königsberg, t. XXXI, 1890, p. 105-145).

Jones, Rupert. — Rocks from the Kimberley Diamond-Mines (Extr. Geol. Magaz. Sept. 1891), 3 p.

Id. — Address to the Geological Section of the British Association (Extr. Brit. Assoc. Cardiff Meeting, 1891), 19 p.

Lebesconte. — Les poudingues rouges de Montfort (Extr. Revue des Sciences naturelles de l'Ouest, n° 3, Juillet 1891), 8 p.

Leoben. — Programm der k. k. Berg-Akademie in Leoben für das Studienjahr 1891-92, in-8°, 32 p.

Maidment, C. — The Geology of Witwatersrand. In-18, 12 p. Cape-Town 1890.

Id. — The first published Geological Map of the Gold Fields Witwatersrand. 1 feuille.

Manson, Marsden. — The Cause of Glacial Period and an explanation of Geological Climates (Extr. Technical Society of the Pacific Coast, San Francisco. California, Transactions. Vol. VIII, n° 2), 21 p.

Marcou, Jules. — Geology of the environs of Quebec, with map and sections (Extr. Proceed. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. XXV, p. 202-227, pl. VII-IX).

Id. — Ebenezer Emmons (Extr. The American Geologist, Vol. VII, n° 1, 1891, p. 1-23, pl. I).

Meunier, Stanislas. — Les méthodes de synthèse en minéralogie. Cours professés au Museum. 1 vol. in-8°, 359 p. Paris 1891.

Mingaud, Galien. — Liste des variétés de quartz du canton de Saint-Jean-du-Gard et des communes voisines. (Extr. Bull. Soc. d'Étude des Sc. Nat. de Nîmes, déc. 1890, pag. 66-68).

Id. — Tableau des mammifères vivant dans le département du Gard à l'époque quaternaire. (Extr. Ibid. 1891), 3 p.

Newton, Rich. Bullen. — Systematic list of the Frederik E. Edwards Collection of British Oligocene and Eocene Mollusca in the British Museum (Natural History). 1 vol. in-8°, 365 p. Londres 1891. (Hommage des *Trustees of the British Museum*).

Olivier, Ernest. — La Mardelle de Moladier (Ext. des Annales Bourbonnaises) 1 broch. in-8°, 5 p. Moulins 1891.

Oppenheim, Paul. — Die Geologie der Insel Capri. Ein offener Brief an Herrn Joh. Walther in Jena. 1 broch. in-8°, 24 p. Berlin, 1891.

Rolland, G. — La chaîne du Djebel Zaghouan (Tunisie). (Extr. Revue géogr. intern. n° 187, mai 1891, p. 103-104).

Sada, A. — Flore médicale, 2^{me} fasc. 1 broch. in-8°, 26 p. Pondichéry, 1891.

Sauvage, H. E. — Note sur les Bryozoaires jurassiques de Boulogne. (Extr. Bull. Soc. géol. France, t. XVII, p. 38-53, pl. III, IV).

Id. — Notes sur les Ganoïdes du terrain houiller de Commeny (Extr. ibid. p. 184-192).

Id. — Recherches sur les Poissons du Lias supérieur de l'Yonne, zone à ciment de Vassy (Extr. Soc. d'hist. nat. d'Autun, vol. ? p. 27-48, pl. V-IX).

Stefanescu, Sabba. — Carte géologique de la Roumanie publiée par Mathei M. Draghicensu, ingénieur. 1 broch. in-8°, 23 p. Bucharest, 1891.

Szajnocha, Ladislaus. — Ueber einige Carbonpflanzen aus der Argentinischen Republik (Extr. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Cl. Vol. C, n° 1, p. 199-209, 2 p.).

Trabucco, Giacomo. — Sulla vera posizione del Calcare di Acqui (Alto Monferrato). 1 broch. in-8°, 28 p., 1 pl. Florence, 1891.

Traverso, Stefano. — Calcare fossilifero nel Gerrei (Sardegna). 1 br. in-8°, 21 p., 4 pl. Turin, 1891.

Whitaker, W. — Coal in the South East of England (Extr. Journ. of the Society of Arts, vol. XXXVIII, n° 1933, 25 avr. 1890, p. 543-557).

Zigno, Achille de... — Pesci fossili di Lumezzane in Val Trompia (Extr. Atti R. Accad. d. Lincei. Ser. 4^a. vol. VII, p. 51-59, pl. I-II).

2° PÉRIODIQUES

France. — Paris. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CXII, nos 25-26 et T. CXIII, nos 1-17.

(T. CXII). A. Lacroix : Sur les granités prétendus post-secondaires de l'Ariège (feuille de Foix), p. 1468. — Joseph Roussel : Sur l'âge d'un granite porphyroïde des Pyrénées-Orientales, p. 1471. — Daubrée : Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz doués de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides, p. 1484.

(T. CXIII). Pomel et Ficheur : Les formations éocènes de l'Algérie, p. 26. — Emile Blanchard : Les preuves de communications terrestres entre l'Europe et l'Amérique pendant l'âge moderne de la Terre, p. 115 et 166. — Albert Gaudry : L'Ichthyosaure de Sainte-Colombe, p. 169. — Daubrée et Stanislas Meunier : Examen d'échantillons de fer natif d'origine terrestre découverts dans les lavages d'or des environs de Berezowsk, p. 172. — E. Chuard : Sur un mode de formation actuelle des minéraux sulfurés, p. 194. — Daubrée : Recherches expérimentales sur le rôle probable des gaz à hautes températures doués de très fortes pressions et animés d'un mouvement fort rapide, dans divers phénomènes géologiques, p. 241. — De Saporta : Sur les plus anciennes Dicotylées européennes observées dans le gisement de Cercal, en Portugal, p. 249. — Fouqué et Michel Lévy : Reproduction artificielle d'un trachyte micacé, p. 283.

— Nouvelles Annales du Museum d'Histoire naturelle. 3^e série, t. II, 2^e fasc. et t. III, 1^{er} fasc.

— Journal des Savants. Mai-Août 1891.

Daubrée : Geological Survey des Etats-Unis. Rapport annuel du directeur. J. W. Powell : Etudes récentes sur les vestiges de la période glaciaire, p. 346-359.

— Annales des Mines. 8^e série, t. XIX, 2^e et 3^e livraisons.

— Annuaire géologique universel. T. VII, 1^{er} fascicule.

— Bulletin de la Société Zoologique de France. T. XVI, nos 6-7.

— Bulletin de la Société Botanique de France. 2^e série, t. XIII, 4-5, B-C.

— Bulletin de la Société Française de Minéralogie. T. XIV, nos 5-6.

F. Gonnard : Sur le groupe méso-type dans le Puy-de-Dôme, p. 165. — Id. : Sur la barytine du Puy-de-Dôme, p. 174. — Id. : Sur l'aragonite du tunnel de Neussargues, p. 183. — A. Lacroix : Sur l'existence de la christobalite associée à la tridymite et au quartz comme minéral de nouvelle formation dans les enclaves quartzeuses du bassin de Mayen (Prusse rhénane), p. 185. — Id. : Note préliminaire sur un minéral nouveau de Montebas (Creuse), p. 187. — Id. : Sur l'anastase et la brookite de quelques roches françaises, p. 191. — A. Lacroix et Ch. Baret : Sur la bertrandite d'un nouveau gisement de la Loire-Inférieure, p. 189.

— Bulletin de la Société Philomathique de Paris. 8^e série, t. III, n^{os} 2-3.

H. Filhol : De la dentition supérieure de l'*Anthracotherium minimum*, p. 89-92. — Id. : Sur la présence des Palærinaceus dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy, p. 92-93.

— L'Anthropologie. T. II, n^o 4.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. 4^e série, t. II, fascicules 1-2.

— Journal de Conchyliologie. 3^e série, t. XXXI, n^o 2.

— Bulletin de la Société de Géographie. 7^e série, t. XI, 2^e trimestre.

— Compte-rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie. 1891, n^{os} 14-16.

— Annuaire du Club Alpin Français. 17^e année.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français. 1891, n^{os} 6-7.

— La Nature. N^{os} 943-961.

Albert Larbalétrier : Les sables phosphatés, p. 147-148. — De Launay : Les mines d'or du Transwaal, p. 283-284.

— Le Naturaliste. N^{os} 104-111.

E. Trouessart : La faune tertiaire de la Patagonie, p. 204. — Stanislas Meunier : Granit noduleux, p. 208-209. — E. Trouessart : Les Insectes tertiaires de l'Amérique du Nord, p. 230.

— Ministère de l'Instruction publique. — Revue des Travaux scientifiques. T. X, n^{os} 11-12, t. XI, n^{os} 1-4.

— Ministère des Travaux publics. — Etudes des gites minéraux de la France. Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fasc. III, texte.

Poissons fossiles, par H. E. Sauvage.

Carte géologique de la France. Feuilles de Saint-Lô, Vannes, Ancenis, La Rochelle, Brive, Draguignan.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linnéenne du Nord de la France, n^{os} 227-228.

Bordeaux. — Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. 5^e série, t. III.

Benoist : Sur les terrains traversés par la Creuse entre Eguzon et Argenton (Indre), p. VII. — Id. : Préparation de brachiopodes silicifiés, p. XII. — Id. : Restauration de fossiles nouveaux par le moulage, p. XIV. — Id. : Sur une *Glandina* des environs de Villandraut, p. LVI. — Id. : Sur un travail de M. Lasne relatif au

lias des environs d'Argenton, p. LVII. — Daleau : Sur un crâne humain quaternaire, p. VII. — Degrange-Touzin : Sur les affleurements de l'étage aquitain dans la vallée de Saint-Morillon, p. LXXIII. — Fallot : Sur le Micraster trouvé à Villagrains, p. I. — Id. : Sur les différents étages dans lesquels se rencontre le phosphate de chaux, p. IX. — Id. : Note sur le terrain crétacé dans les Alpes-Maritimes, p. XVI. — Id. : Compte-rendu d'une excursion géologique à Dax et à Biarritz, p. XXV. — Id. : Quelques mots sur le quaternaire de Solutré, p. LXI. — Id. : Note sur l'aquitain dans la vallée du Guâ-Mort aux environs de Saint-Morillon et de Cabanac (Gironde), p. LXIII. — Vasseur : Sur les formations infra-tongriennes du bassin de la Gironde, p. XLII.

Boulogne. — Bulletin trimestriel de la Société académique de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer. 4^e vol., livraisons 9-11.

Caen. — Bulletin mensuel de la Commission météorologique du Calvados. 1894, avril-juin.

— Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 4^e série, 5^e vol., 2^e fasc.

Lecornu : Sur le massif silurien de Falaise et ses prolongements, p. 57. — Letacq : Notice sur les travaux scientifiques de Guettard aux environs d'Alençon et de Laigle, p. 67.

— Bulletin du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen. 1^{re} année, n^o 25.

A. Bigot : Esquisse géologique de la Basse-Normandie (suite), p. 164-172. — L. Lecornu : Notice explicative de la feuille de Saint-Lô, p. 172-185. — A. Bigot : Sur la position de la couche à Leptæna en Normandie et particulièrement à May-sur-Orne, p. 183-192.

Carcassonne. — Bulletin de la Société d'études scientifiques de l'Aude. T. II.

Chambéry. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Savoie. T. V, n^o 1.

Révil : Le Permo-Carbonifère et le Trias de la Vallée-Etroite, p. 3-13. — Kilian : Découverte du Jurassique supérieur dans les chaînes alpines, p. 43.

Epinal. — Annales de la Société d'émulation du département des Vosges. LXVII^e année.

La Rochelle. — Annales de la Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure, n^o 27.

Le Havre. — Bulletin de la Société Géologique de Normandie. T. XIII.

G. Lionnet : Notes sur les empreintes fossiles appelées Bilobites, p. 5. — Id. : Note sur les gisements de phosphate de chaux des environs de Doullens, p. 8. — J. Skrodsky : Note sur le mouvement de recul des rivages du département du Calvados, p. 31. — Id. : Le mont Cerisy, p. 49. — Id. : Nouvelle note sur le recul du

littoral du Calvados, p. 50. — Id. : Note sur l'affaissement du littoral nord de la France, p. 51. — Id. : l'Infra-Lias d'Agy, p. 52. — Id. : Note sur les argiles à poissons d'Arganchy, p. 57. — Id. : Note sur les sables des environs de Bayeux, p. 59. — Id. : Note sur les terrains découverts dans la Mayenne, par M. OEhlert, p. 69. — Id. : Deuxième note sur l'Infra-Lias d'Agy, p. 70. — Id. : Description géologique du canton de Domfront, p. 75. — Bizet : Considérations géologiques et paléontologiques sur les terrains des environs de Bellême et de Mamers, p. 95. — Id. : Notice à l'appui du profil géologique d'Alençon à Nogent-le-Rotrou et Beaumont-les-Autels, p. 133.

Le Mans. — Le Monde des Plantes. T. I.

Lille. — Annales de la Société Géologique du Nord. Vol. XIX, 3^e et 4^e livraisons.

J. Gosselet : Observations sur la position du grès de Belleu. etc., p. 105-114. — Dechock : Compte-rendu de l'excursion au Mont-des-Cats et au Mont-Noir, p. 114-122. — P. Desoil : Compte-rendu de l'excursion à Bavay, à Angre et au Caillou-qui-Bique, p. 122-131. — L. Cayeux : De l'existence des Diatomées dans l'Yprésien du Nord, p. 131. — Id. : Diffusion de trois formes distinctes de l'oxyde de titane dans la craie, p. 132. — Ch. Barrois : Mémoire sur la faune du grès armoricain, p. 134-237. — L. Cayeux : Compte-rendu de l'excursion à Cambrai, p. 237-252. — Id. : La craie est un dépôt terrigène, p. 252-260. — Id. : Calcaire à Diatomées de St-Nectaire, p. 260-264. — Id. : Composition minéralogique des sables landéniens, p. 264. — H. Parent : Sur le Tertiaire du Boulonnais, p. 265-268.

Marseille. — Bulletin de la Société scientifique industrielle de Marseille. 18^e année, 1^{er} trimestre.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France. 4^e année, nos 7, 9, 10.

Ern. Olivier : Les Insectes fossiles de Commeny, p. 203-209.

Nancy. — Mémoires de l'Académie de Stanislas. 5^e série, t. VIII.

Saint-Etienne. — Bulletin de la Société de l'Industrie minière. 3^e série, t. V, 1^{re} livraison.

L. Breton : Etude sur l'étage carbonifère du Bas-Boulonnais, p. 35-53.

— Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minière. 1891, juin-octobre.

Troyes. — Mémoires de la Société Académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. 3^e série, t. XXVII.

Valenciennes. — Revue de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de Valenciennes. T. XLI, nos 5 et 6.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Juin-septembre 1891.

Allemagne. — Berlin. — Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1891, nos 1-40.

Klein : Krystallographisch-optische Untersuchungen. Ueber Construction und Verwendung von Drehapparaten zur optischen Untersuchung von Krystallen in Medien ähnlicher Brechbarkeit, p. 435-444. — Baumbauer : Ueber sehr flächenreiche wahrscheinlich dem Jordanit angehörige Krystalle aus dem Binnenthal, p. 697-712.

— Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Vol. XLIII, nos 1-2 (1891).

J. Roth : Die Eintheilung und die chemische Beschaffenheit der Eruptivgesteine, p. 1-42. — O. Fromm : Petrographische Untersuchung von Basalten aus der Gegend von Cassel, p. 43-76. — E. Koken : Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen. II, p. 77-170, pl. I-X. — P. G. Krause : Die Decapoden des norddeutschen Jura, p. 171-225, pl. XI-XIV. — Carl Ochsenius : Ueber Loth, Pendel, Oceanniveau und Beweglichkeit unserer Erdrinde, p. 226-230. — F. Rinne : Ueber den Dimorphismus der Magnesia, p. 231-235. — C. Schlüter : Verbreitung der regulären Echiniden in der Kreide Norddeutschlands, p. 236-243. — H. Eck : Bemerkungen über geognostische Profile längs württembergischer Eisenbahnen, p. 244-253. — J. Lemberg : Die Aufstellung des Mischungsgesetzes der Feldspäthe durch J. F. Hessel, p. 254-255. — R. Beck : Ueber Amphibolitisation von Diabasgesteinen im Contactbereich von Graniten, p. 257-263. — E. Zimmermann : Trias am Nordfuss des mittleren Thüringer Waldes, p. 263-267. — Kosmann : Constitutions- und Krystallwasser, p. 267-276. — E. Dathe : Discordanz zwischen Culm und Waldenburger Schichten im Waldenburger Becken, p. 277-282. — Ebert : Die Lagerungsverhältnisse der oberschlesischen Steinkohlenformation, p. 283-293. — Rothpletz : Fossile Kalkalgen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineen, p. 295-322, pl. XV-XVII. — A. Osann : Ueber den geologischen Bau des Cabo de Gata, p. 323-343, pl. XVIII-XX. — K. A. Penecke : Die Mollusken-Fauna des untermiocänen Süßwasserkalkes von Reun in Steiermark (Sandberger's Horizont von Helix Ramondi Brong.), p. 346-368, pl. XXI. — O. Behrendsen : Zur Geologie des Ostabhanges der argentinischen Cordillere, I. Theil, p. 369-420, pl. XXVI-XXVIII. — Aurel Krause : Beitrag zur Kenntniss der Ostrakoden-Fauna in silurischen Diluvialgeschieben, p. 488-521, pl. XXIX-XXXIII. — Schreiber : Vorkommen fester Sandsteinbänke im mittel-oligocänen Grünsande bei Magdeburg, p. 522-523. — Lepsius : Berichtigung zu Steinmann, Einige Fossilreste aus Griechenland, p. 524-526. — G. Klemm : Chistolithschiefer und Hornblende-Porphyr in Oberlausitzer Flachland, p. 526-530. — G. Böhm : Ueber Lithiotis problematica Gümbel, p. 531-532. — K. A. Lossen : Gabbro-Bruchstein; Andalusitkrystalle; Quarzporphyr-Gänge an der Unter-Nabe, p. 533-543. — Ebert : Lagerungsverhältnisse des Carbons in Oberschlesien, p. 543-548. — Kosmann : Neue Marmorarten von Mecklinghausen, p. 548-551. — Zimmermann : Neue Beobachtungen an Dictyodora, p. 551-555.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XVIII, 1891, nos 6-7.

E. von Drygalski : Vorexpedition nach West-Grönland, p. 403-409.

— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XXVI, 1891, nos 3-4.

P. Ehrenreich : Beiträge zur Geographie Central-Brasiliens, p. 167-191, pl. IV. — G. Wegener : Versuch einer Orographie des Kwen-lun, p. 191-296, pl. V-VI.

Breslau. — 68^{ter} Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1891.

Gürich : Ueber die Schlammmulkane von Java, p. 10-12. — Kosmann : Ueber den Goldbergbau in Siebenbürgen, p. 1-5. — Id. : Ueber die Nickelerze von Frankenstein in Schlesien, p. 12-16. — Kunisch : Ueber das Liegende der Kreideformation in Oberschlesien, p. 51-52. — Römer : Ueber Granitstücke mit Einschlüssen von feinkörnigem Gneiss aus einem Steinbruche von Laasan bei Saarau, und über gediegenes Eisen aus Grönland, p. 52-53. — A. Langenhan : Mittheilungen über den oberen (weissen) Jura von Hansdorf bei Inowrazlaw in Posen, p. 53-60.

Ergänzungsheft.

Bonn. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande, Westfalens, etc. 48^{ter} Jahrg. I, 1891.

Verhandlungen.

C. Schlüter : Verbreitung der regulären Echiniden in der Kreide Norddeutschlands, p. 81-98. — J. Seiwert : Ueber einige basaltische Laven und Tuffe der Eifel, p. 91-116.

Korrespondenzblatt.

Vüllers : Die geognostischen Verhältnisse Paderborns, p. 32. — Schlüter : Ueber die Temperatur einiger Quellen Paderborns, p. 33. — Schaafhausen : Ueber die fossilen Affen, p. 39-45.

Sitzungsberichte.

Laspeyres : Einige Nickel- und Kobalterze aus dem Siegen'schen (Korynit; Kallilith; Sychnodymit), p. 4-18. — H. Rauff : Ueber den Bau des Stützskeletes bei den Anomocladinen und Tetracladinen, p. 33-37. — Pohlig : Neue Ausgrabungen von Taubach bei Weimar; Petersburger fossile Säugethierreste; Ueber amerikanische Probosciderreste; Ueber Glazialgeschiebe von Leipzig, p. 38-43. — H. Rauff : Ueber die Polysteganiinae, p. 45-48.

Cassel. — Geognostische Jahreshefte, herausgegeben von der geognostischen Abtheilung des Kgl. Bayer. Oberbergamtes in München.

III^{ter} Jahrg. 1890.

O. Reis : Zur Kenntniss des Skelets der Acanthodinen, p. 1-43. — F. Korschelt : Die Haushamer Mulde östlich der Leitzach bei Miesbach, p. 44-65. — Eb. Fraas : Das Wendelstein-Gebiet, p. 65-99, 1^{re} carte 1/25000.

— Geognostische Karte des Königreichs Bayern. 4^{te} Abth., 5^{tes} Blatt (n^o XVII).

Feuille Ansbach, avec texte explicatif, in-8^o, 1891.

Frankfort s/M. — Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main. 1891.

Jean Valentin : Bericht über meine Reise nach Tiflis und die Teilnahme an der Raddeschen Expedition in den Karabagh-Gau. Sommer 1890, p. 159-239, 2 pl. — W. Schauf : Ueber Meteorsteine, p. 319-335.

Gotha. — Dr A. Petermanns Mittheilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt.

Vol. XXXVII, 1891, n^{os} 6-9.

C. Diener : Ergebnisse der Forschungsreisen K. v. Di:mars auf der Halbinsel Kamtschatka in den Jahren 1851-55, p. 175-182. — E. Richter : Neues von den Gletschern der Ostalpen, p. 202-204.

Leipzig. — Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. I Bd.

Beiträge zur Geographie des festen Wassers. 1 vol., in-8°.

G. Schwarze : Die Firngrenze in Amerika, namentlich in Südamerika und Mexico, p. 3-92. — M. Friedrich : Ueber Niederschläge und Schneelagerung in der Arktis, p. 93-172. — G. Hartmann : Der Einfluss des Treibeises auf die Bodengestalt der Polargebiete, p. 173-286. — H. Meyer : Zur Kenntniss von Eis und Schnee des Kilimandscharo, p. 287-294. — Chr. Sandler : Zur Strandlinien- und Terrassen Littérature, p. 295-313.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

1891, vol. II, n^{os} 2-3.

Nehring : Diluviale Reste von Cuon, Ovis, Saiga, Ibex und Rupicapra aus Mähren, p. 107-155, pl. II, III. — Max Bauer : Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben, I, p. 156-205, pl. IV. — Tenne : Ueber den Sigterit Rammelsberg und über den Albit von Sigterö bei Brevig, p. 206-210. — Streng : Ueber den Melanophlogit, p. 211-214. — Salomon : Ein neuer Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Flüssigkeiten, p. 214-219. — Retowski : Die Aptychen sind echte Ammonitendeckel, p. 220-221. — K. Martin : Ueber tertiäre Versteinerungen von Adonara, p. 222-224. — K. v. Chrustschoff : Ueber ein palaeozoisches Leucitgestein, p. 224-228. — C. Weber : Ueber das Diluvium bei Grüenthal in Holstein, p. 228-230. — Max Bauer : Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben, II, p. 231-272. — F. Rinne : Ueber Olivin und Plagioklasskelette, p. 272-285. — W. Deecke : Zur Geologie von Unteritalien, p. 286-330. F. v. Sandberger : Bemerkungen über pflanzenführende Schichten des obersten Mitteldevons in Nassau und Westphalen, p. 331-332. — Stapff : Ueber die angeblichen Yoldienthonkerne des schlesischen Diluviums, p. 332-335. — H. Kenngott : Zur Formel des Axinit, p. 335-336.

Repertorium zum Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie für die Jahrgänge 1885-1890 und die Beilage-Bände III-VI, zusammengestellt von Dr Leopold van Werveke.

— Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 47^{ter} Jahrgang.

O. Fraas : Nekrolog des Prof. Friedrich August Quenstedt, p. XXXIX-XLIV. — Hedinger : Die Höhlenfunde im Heppenloch, p. 1-14, pl. II. — O. Fraas : Die Bahnlinie Tuttlingen-Sigmaringen, p. 20-24. — Engel : Bemerkungen zu etlichen Typen aus Quenstedt's Ammoniten des schwäbischen Jura, p. 29-34, pl. III. — H. Eck : Bemerkungen zu Herrn von Sandberger's Abhandlung « über Steinkohlenformation und Rotliegendes im Schwazwald und deren Floren », p. 119-129. — Probst : Ueber

den kritischen Läuterungsprozess im Gebiete der Phytopalaeontologie, p. 141-148. — Eck : Notiz über das Bohrloch bei Sulz, p. 224-227. — A. Schmidt : Uebersicht und Besprechung der in Württemberg und Hohenzollern in der Zeit vom 1. März 1889 bis zum 1. März 1891 wahrgenommenen Erderschütterungen, p. 228-243. — C. Regelmann : Geognostische Betrachtungen des Schüttlergebietes, p. 243-245.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. Vol. XL, 1890, nos 3-4.

R. Scharizer : Falkenhaynit, ein neues Mineral aus der Wittichenitgruppe, p. 433-436. — A. Bittner : Zur Geologie des Kaisergebirges, p. 437-446. — C. M. Paul : Die Karpathensandsteine des mährisch-ungarischen Grenzgebirges, p. 447-514. — A. Devarda : Analyse des Mineralwassers von Costalta im Pinéthäl, Südtirol, p. 515-518. — A. Hofmann : Ueber einige Säugelhierreste aus den Mioänschichten von Feisternitz bei Eibiswald in Steiermark, p. 519-526, pl. IV. — R. Canaval : Beiträge zur Kenntniss der Gesteine und Erzlagerstätten des Weissenbachthales in Ober-Kärnten, p. 527-558. — V. Uhlig : Ergebnisse geologischer Aufnahmen in den westgalizischen Karpathen, II. Theil. Der pieninische Klippenzug, p. 559-824, pl. V-X.

Vol. XLI, 1891, n° 1.

D. Stur : Die Tiefbohrung bei Batzdorf nördlich bei Bielitz-Biala, p. 1-10. — E. Tietze : Beiträge zur Geologie von Galizien, 5^{te} Folge, p. 11-72. — C. v. John : Chemische Analyse der « Friedrichsquelle » von Zeidelweid bei Sandau in Böhmen, p. 73-80. — Fr. Katzer : Zur geologischen Beurtheilung der Trinkwässer von Wrschowitz bei Prag, p. 81-96. — A. Bittner : Triaspetrefakten von Balia in Kleinasien, p. 97-116, pl. I-III. — J. Wentzel : Ueber die Beziehungen der Barrande'schen Etagen C, D und E zum britischen Silur, p. 117-170. — H. Becker : Das Grüne Farbe-Erde-Vorkommen bei Atschau-Gösen im Bezirk Kaaden in Böhmen, p. 171-178. — J. Jahn : Ein Beitrag zur Kenntniss der Priesener Schichten, p. 179-186.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1891, nos 8-13.

E. Tietze : Bemerkungen über das Schutzgebiet der Quellen von Regulice bei Krakau, p. 183. — L. v. Tausch : Vorlage des Blattes Prossnitz und Wischau, p. 183-187. — A. Pichler : Ueber das Wildangergebirge, p. 195. — A. Bittner : Neue Daten über den Charakter und die Herkunft der sarmatischen Fauna, p. 195-198. — L. v. Tausch : Bemerkungen zu Paul Oppenheims Arbeit « Die Land- und Süßwasserschnecken der Vicentiner Eocänbildungen », p. 198-207. — Id. : Bemerkungen über einige Fossilien aus den nicht marinen Ablagerungen der oberen Kreide des Csingerthales bei Ajka, p. 207-208. — Max Tscherne : Bleiniere nach Bouronit von Litica in Bosnien, p. 211-215. — J. Blas : Zur Vergletscherung des Innthals, p. 215-218. — R. Høernes : Das Vorkommen der Gattung Clinura Bell. im österreichisch-ungarischen Miocän, p. 218-220. — Id. : Der erste Wirbelthierrest aus dem Grazer Paläozoicum, p. 223-224. — C. v. John : Chemische Untersuchung eines Mineralwassers vom Gaisberg bei Salzburg, p. 224-226. — A. Rzehak : Sub-recente Conchylienfaunen von Zborowitz und Kromau in Mähren, p. 226. — C. M. Paul : Aufnahmebericht aus Mähren, p. 226-228. — R. Høernes : Das Vorkommen der Gattung Pseudotoma Bell. im österreichisch-ungarischen Miocän, p. 240-246. — C. v. Camerlander : Hochgelegenes nordisches Diluvium im Bergland von Olbersdorf-Jägerndorf, p. 246-250. — Fr. Katzer : Mineralogisches und Geolo-

gisches von der Landesaustellung in Prag, p. 253-260. — Rawicz-Raciborski : Ueber das Rothliegende der Krakauer Gegend, p. 260-263.

— Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Vol. VI, 1-2.

A. Rzehak : Die Foraminiferenfauna der alttertiären Ablagerungen von Brudernsdorf in Niederösterreich, p. 1-12. — Fr. v. Hauer : Jahresbericht für 1890, p. 1-87. — E. Cohen u. E. Weinschenk : Meteoreisen-Studien, p. 131-165. — E. Kittl : Die Gastropoden der Schichten von St. Cassian der südalpiner Trias, I. Theil, p. 166-262, pl. I-VII. — R. Kœchlin : Krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen, p. 263-272. — M. Haberlandt : Ueber Nephrit- und Jadeitgegenstände aus Centralasien, p. 273-286. — H. Keller : Juragesteine am Bisamberge, p. 91-92. — E. Kittl : Die jungtertiären Säugethierfunde in der Mannersdorfer Ziegelei bei Angern, p. 92-97. — Felix Karrer : Reise nach Deutschland, p. 97-105. — Fr. Berwerth : Bericht über eine mit Subventionen von Seite des k. k. Unterrichtsministeriums und von Seite des k. u. k. Obersthofmeisteramtes unternommene Studienreise nach Deutschland, Frankreich und der Schweiz, p. 109-113. — E. Hussak : Ueber cubischen Pyrop und mikroskopische Diamanten aus diamantführenden Sanden Brasiliens, p. 113-115.

— Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Leoben und Pribram und der kön. ungar. Bergakademie zu Schemnitz. Vol. XXXIX, n° 2, 1891.

Cracovie. — Bulletin international des sciences de Cracovie. Comptes-rendus des séances de l'année 1891. Juin.

Hermannstadt. — Archiv des Vereines für siebenbürgische Landeskunde. Neue Folge. Vol. XXII, n° 3, 1891.

Belgique. — Bruxelles. — Bulletin de la Société belge de Géologie. T. V., fasc. I.

Procès-verbaux.

S. Meunier : Sources minérales de l'Australie, p. 8-11. — A. Rutot : Le puits artésien de Zulte, p. 12-13. — E. Van den Brœck : Affaissement du sol de la France. Preuves géologiques à l'appui des observations de M. le colonel Goulier, p. 13-21. — C. de Vogdt et F. Lœwinson-Lessing : Revue bibliographie des nouvelles publications géologiques et paléontologiques Russes, p. 21-32, p. 54-65. — V. Dormal : Revendication de la priorité de la découverte de poissons dans le calcaire d'Alvaux, p. 36-37. — Ed. Pergens : Bryozoaires du Miocène du Gard, p. 46-54. — Dr H. van Cappelle : Sur les rapports du diluvium entremêlés avec le diluvium scandinave de Staring et sur un diluvium entremêlé dans la Drenthe centrale (province de Hollande), p. 69-77. — E. Dupont : Observations sur l'origine des roches, p. 77-79. — P. Choffat : Comparaison de deux projets de chemins de fer à Lisbonne, p. 84-86. — V. Dormal : Observations sur l'analogie que présente la constitution du quaternaire avec les roches sous-jacentes, p. 87-88. — A. Rutot : Sur l'extension des sédiments diestiens au sud de Bruxelles, p. 88-90. — E. Dupont : La chronologie géologique dans ses rapports avec les origines des terrains, p. 97-106. — Fl. Ameghino : L'homme fossile sud-américain, p. 106-114.

Mémoires.

F. Lœwinson-Lessing : Deuxième note sur la structure des roches éruptives, p. 3-13. — Alph. Erens : Recherches sur les formations diluviennes du Sud des Pays-Bas, p. 14-42. — Ch. Bommer : Essai de reconstitution physiognomonique de quelques types de la flore houillère, p. 43-45, 2 pl. — A. Rutot : Note sur quelques puits artésiens creusés à Bruxelles et dans les environs de cette ville, p. 46-48.

Canada. — Montréal. — Proceedings and transactions of the Royal Society of Canada for the year 1890. Vol. VIII, 1891.

G. M. Dawson : On the later Physiographical Geology of the Rocky Mountain Region in Canada, with special reference to Changes in Elevation and to the History of the Glacial Period, p. 3-74, 3 pl. — Sir J. W. Dawson : On fossil Plants from Similkameen Valley and other places in the southern interior of British Columbia, p. 75-91. — J. F. Whiteaves : Descriptions of some new or previously unrecorded species of fossils from the Devonian Rocks of Manitoba, p. 93-110, 7 pl. — J. B. Tyrrell : Foraminifera and Radiolaria from the Cretaceous of Manitoba, p. 111-115. — E. Gilpin : The evidence of a Nova Scotia Carboniferous Conglomerate, p. 117-121. — G. F. Matthew : Illustrations of the Fauna of the St-John Group, p. 123-166, 6 pl. — W. F. Ganong : Southern Invertebrates on the shores of Acadia, p. 167-185.

— Geological and Natural History Survey of Canada. Contributions to Canadian Paleontology. Vol. I, part. III, 1891.

J. F. Whiteaves : The Fossils of the Devonian Rocks of the Mackenzie River Basin.

Ottawa. — Commission de Géologie et d'Histoire naturelle du Canada. Rapport annuel (nouvelle série) 1887-88. Vol. III, 1^{re} et 2^e part. avec un atlas, 1889.

R. C. Selwyn : Compte-rendu sommaire des travaux de la Commission de Géologie et d'Histoire naturelle. — G. M. Dawson : Voyage d'exploration fait dans la région du Yukon, T. N.-O., et dans la partie septentrionale de la Colombie-Anglaise adjacente à cette région. — Amos Bowman : Géologie de la région minière du Caribon, Colombie-Anglaise. — J. B. Tyrrell : Notes pour accompagner une carte préliminaire de la montagne aux Canards et de la montagne de Riding, situées dans le N.-O. de la province de Manitoba. — A. C. Lawson : Géologie de la région du Lac à la Pluie. — Elfric Drew Ingall : Mines et industrie minière du Lac supérieur, 1^{re} part. — A. P. Low : Exploration de la Baie James et du pays situé à l'est de la Baie d'Hudson et arrosé par la Grande-Rivière, la grande rivière de la Baleine et la rivière à l'Eau Claire. — R. W. Ells : Deuxième rapport sur la Géologie d'une partie de la province de Québec. — L. W. Bailey et Wm. Mc. Innes : Explorations et reconnaissances faites dans certaines parties du nord du Nouveau-Brunswick et dans les régions avoisinantes de la province de Québec et de l'Etat du Maine. — R. Chalmers : Géologie des dépôts de surface du nord-est du Nouveau-Brunswick. — G. M. Dawson : Les richesses minérales de la Colombie-Anglaise. — E. Coste : Mines et statistiques minières du Canada. — A. C. Hoffmann : Analyses chimiques et essais, travaux exécutés au laboratoire de la Commission de Géologie.

Danemark. — Copenhague. — Académie Royale danoise des Sciences et des Lettres de Copenhague.

Bulletin pour 1890, n° 3. 1891, n° 4.

Mémoires. Classes des Sciences. Vol. VI, n° 2.

Espagne. — Madrid. — Memorias de la Comision del Mapa geologico de España.

D. Petro Palacios : Description fisica, geologica y agrologica de la provincia de Soria. 1 vol. gr. in-8°, 558 p., 6 pl.

Etats-Unis. — Boston. — Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. S. Vol. XVII (XXV), 1889-1890.

O. W. Huntington : A new meteoric iron from Stutsman County, North Dakota, p. 229-232.

Cambridge. — Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College.

Vol. XVI, n° 10.

J. E. Wolff : Metamorphism of clastic feldspar in conglomerate schist, p. 173-184, 2 pl.

Vol. XXI, n°s 3-5.

Houghton, Michigan. — Catalogue of the Michigan Mining School. 1890-91.

Minneapolis. — The Geological and Natural History Survey of Minnesota.

The 18th Annual Report, for the year 1889.

N. H. Winchell : Report of Field Observations, p. 7-64. — A. Winchell : American opinion on the older rocks, p. 65-225.

Bulletin n° 6, 1891.

N. H. Winchell a. H. V. Winchell : The Iron Ores of Minnesota, 430 p., 1 carte, 44 pl.

— The American Geologist. In-8°.

Vol. I-VII.

Vol. VIII, n°s 1, 3, 4, 1891.

T. Nelson Dale : The Greylock Synclinorium, p. 1-7. — A. Lakes : The fuel resources of Colorado, p. 7-19. — J. B. Tyrrell : Pleistocene of the Winnipeg Basin, p. 19-28. — F. W. Cragin : On a leaf-bearing terrane in the Loup-Fork, p. 29-32. — G. C. Broadhead : The Ozark Series, p. 33-35. — R. R. Gurley : Some recent graptolitic literature, p. 33-43. — Stephen D. Peet : The Flood-Plain and the Mound Builders, p. 44-51. — R. T. Hill : Preliminary notes on the topography and geology of Northern Mexico and Southwest Texas, and New Mexico, p. 133-141. — S. Calvin : Additional notes on the Devonian rocks of Buchanan County, Iowa, p. 142-145. — Warren Upham : The ice-sheet of Greenland, p. 145-152. — E. W. Claypole : An episode in the palaeozoic history of Pennsylvania, p. 152-159. — J. Crawford : Neolithic man in Nicaragua, p. 160-166. — Fr. L. Nason : The post-archaic age of the

White Limestones of Sussex Co., N. J., a reply to a review, p. 166-171. — F. W. Cragin : New observations on the genus *Trinacromerum*, p. 171-174. — G. D. Harris : On the confounding of *Nassa trivittata* Say and *Nassa peralta* (Con. sp.), p. 174-176. — E. O. Ubrich : *Beecherella*, a new genus of Lower Helderberg Ostracoda, p. 197-206, pl. II. — H. P. Cushing : Notes on the Muir Glacier Region, Alaska and its Geology, p. 207-230, pl. III, IV. — Pleistocene papers at the Washington Meetings, p. 230-243.

New Haven, Conn. — *The American Journal of Science*. 3^d ser., vol. XLII, n^{os} 247-250.

R. N. Brackett and J. F. Williams : *Newtonite* and *Rectorite*, two new minerals of the kaolinite group, p. 11-21. — L. G. Eakins : New analyses of *Astrophyllite* and *Tscheffkinitite*, p. 34-38. — J. P. Iddings and S. L. Penfield : The Minerals in hollow spherulites of *Rhyolite* from Glade Creek, Wyoming, p. 39-46. — J. Stanley-Brown : *Bernardinite* : Is it a Mineral or a Fungus ? p. 46-50. — Ch. E. Beecher : Development of *Bilobites*, p. 51-56, pl. I. — L. V. Pirsson : *Gmelinite* from Nova Scotia, p. 57-63. — J. M. Davison : Analyses of *Kamacete*, *Tœnite* and *Plessite* from the Welland Meteoric Iron, p. 64-66. — J. D. Dana : Some of the features of nonvolcanic igneous Ejections, as illustrated in the low « Rocks » of the New Haven Region, West Rock, Pine Rock, Mill Rock and East Rock, p. 79-110, pl. II-VII. — R. T. Hill : Notes on a Reconnaissance of the Onachita Mountain System in Indian Territory, p. 111-124. — G. H. Stone : Note on the Asphaltum of Utah and Colorado, p. 148-159. — W. H. Weed : A Goldbearing Hot Spring Deposit, p. 166-169. — O. C. Marsh : Restoration of *Stegosaurus*, p. 179-181, pl. IX. — Fr. Leverett : Pleistocene Fluvial Planes of Western Pennsylvania, p. 200-212. — J. P. Kimbal : Genesis of Iron-ores by Isomorphous and Pseudomorphous Replacement of Limestone, etc., p. 231-241. — F. W. Clarke and E. A. Schneider : On the Constitution of certain *Micas*, *Vermiculites* and *Chlorites*, p. 242-253. — H. L. Smyth : Structural Geology of *Steep Rock Lake*, Ontario, p. 317-331, pl. XI. — B. J. Harrington : On the so-called *Amber of Cedar Lake*, North Saskatchewan, Canada, p. 332-335. — O. C. Marsh : Geological Horizons as determined by Vertebrate Fossils, p. 336-338, pl. XII.

New-York. — *The American Museum of Natural History*. Annual Report of the Trustees. 1890-91.

Philadelphie. — *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 1891, I.

Angelo Heilprin : Rate of coral growth, p. 75. — E. Goldsmith : *Basanite* from Crawford County, Indiana, p. 99-104. — Th. D. Rand : The sandstones of Chester Valley, Pennsylvania, p. 119-120. — Wm. H. Dall : On the Peace Creek Beds, Florida, p. 120-122. — H. F. Osborn : A review of the Cretaceous Mammalia, p. 124-135. — Angelo Heilprin : Geological researches in Yucatan, p. 136-158. — Amos P. Brown : On the young of *Baculites compressus* Say, p. 159-160.

— *Proceedings of the American Philosophical Society*. Vol. XXIX, 189, n^o 135.

O. C. S. Carter : *Felspar Bed in Laurentian (?) Gneiss*, p. 49-50.

Sacramento. — *California State Mining Bureau*. 10th Annual

Report of the State Mineralogist for the year ending December 1, 1890.

1 vol. in-8°, 983 p., pl.

Wm. Irelan jr : Preliminary Mineralogical and Geological Map of the State California, 4 feuilles. — Id. : Map of the Forest Hill Divide, Placer County, California, 2 feuilles. — Id. : Geological Map of the Mother Lode Region, 1 feuille. — J. B. Hobson : Cross section plates accompanying Geological Map of Iowa Hill Mining District, Placer County, 1 feuille.

Washington. — Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution. 1889.

A. Blytt : On the movements of the earth's crust., p. 325-375.

Smithsonian Miscellaneous Collections. N^{os} 594, 663, 785.

Finlande. — Helsingfors. — Finlands Geologiska Undersökning. Suomen Geologinen Tutkimus. Cartes géologiques 1/200000, textes explicatifs. In-8°.

N^o 16. K. Ad. Moberg. Kumlinge. — N^o 17. Benj. Frosterus och J. J. Sederholm : Finström.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Royal Society. Vol. L, n^{os} 300-302, 1891.

H. G. Seeley : Researches on the structure, organisation and classification of the Fossil Reptilia. VII. Further Observations on Pareiasaurus, p. 518-520.

— Philosophical Transactions of the Royal Society for the year 1890, vol. 181, 1891.

W. C. Williamson : On the Organisation of the Fossil Plants of the Coal-Measures, part XVII, p. 89-106.

— The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol XLVII, part 3, n^{os} 187-188, 1891.

O. A. Derby : On Nepheline-Rocks in Brazil (fin), p. 265. — A. Harkes and J. E. Marr : The Shap Granite, and the associated Igneous and Metamorphic Rocks, p. 266-328, pl. X-XII. — C. A. Raisin : on the Lower Limit of the Cambrian Series in N. W. Caernarvonshire, p. 329-342. — R. Lydekker : On a Labyrinthodon Skull from the Kilkenny Coalmeasures, p. 343-347. — J. W. Gregory : The Tudor specimen of Eozoon, p. 348-355, 1 pl. — A. Strahan : On a Phosphatic Chalk, with Belemnitella quadrata at Taplow, p. 356-367, 1 pl. — A. V. Jennings and G. J. Williams : Manod and Mœlwyyns, p. 368-383. — G. W. Lamplugh : On the Drifts of Flamborough Head, p. 384-431, pl. XIII. — B. Hobson : On the Igneous Rocks on the South of the Isle of Man, p. 432-450, pl. XIV. — W. H. Penning : A Contribution to the Geology of the Southern Transvaal, p. 451-463, pl. XV. — T. G. Bonney and Major-Gen. C. A. Mac-Mahon : Results of an Examination of the Crystalline Rocks of the Lizard District, p. 464-499, pl. XVI. — H. A. Nicholson and J. E. Marr : The Cross Fell Intier, p. 500-529, pl. XVII. — F. Rutley : On a Spherulitic and

XIX. *Supplément au Bulletin de la Soc. Géol. de France.* h

Perlitic Obsidian from Pilas, Jalisco, Mexico, p. 530-533, pl. XV/II. — F. Rutley : On some of the Melaphyres of Caradoc, with Notes on the Associated Felsites, p. 534-544, pl. XIX. — E. Wilson : On a Section of the Rhætic Rocks at Pylle Hill (Totterdown), Bristol, p. 545-549. — E. Wethered : The Inferior Oolite of the Cotteswold Hills, with special reference to its Microscopical Structure, p. 550-570, pl. XX. — R. Lydekker : On Lower Jaws of Procoptodon, p. 571-574, pl. XXI. — H. Hicks : On some recently-exposed Sections in the glacial Deposits at Hendon, p. 575-584, pl. XXII. — E. Hill : On Wells in West Suffolk Boulder-Clay, p. 585-589. — J. J. Lister : Notes on the Geology of the Tonga Islands, p. 590-617, pl. XXIII. — Ch. Davison : On the Inverness Earthquakes of November 15 to December 14, 1890, p. 618-632.

— The Geological Magazine. N. S. Dec. III, vol. VIII, 7-10, 1890.

R. Lydekker : Note on a nearly perfect Skeleton of *Ichthyosaurus tenuirostris* from the Lower Lias of Street, Somerset, p. 289-290, pl. IX. — T. Mellard Reade : The Perched Blocks near Austwick, p. 291-292. — A. F. Jukes-Browne : The Lower Cretaceous Series of the Vale of Wardow, p. 292-294. — H. H. Howarth : The recent Elevation of the Himalayas, p. 294-296. — A. Irving : On Dynamic metamorphism, p. 296-303. — W. M. Hutchings : Rutile in Fireclays, p. 304-306. — C. Davison : On the British Earthquakes of 1889, p. 306-316, 364-372, pl. X. — W. Upham : Correlation of Quaternary Changes of Levels in North-America and the Caribbean Region, p. 330-331. — T. G. Bonney : A Variety of Picrite (Seyelite) in Sark, p. 332. — G. W. Bulman : Glacial Geology, p. 337-348. — J. H. Cooke : The « Pleistocene Beds » of Gozo, p. 348-355. — A. H. Foord : On *Orthoceratites vaginatus*, Schlotheim, p. 355-357. — A. Irving : Physical Studies of an Ancient Estuary, p. 357-364. — W. T. Blanford : The age of Himalayas, p. 372-375. — O. C. Marsh : Restoration of *Stegosaurus*, p. 385-387, pl. XI. — T. F. Jamieson : The Scandinavian Glacier and some Inferences derived from it, p. 388-392. — Hjalmar Sjögren : Transverse Valleys in the Eastern Caucasus, p. 392-402. — G. W. Beelman : On the Sand and Gravels in the Boulder-Clay, p. 402-410. — A. B. Wynne : Recent Geological Investigations in the Salt-Range, India, p. 410-412. — Pr. Bonney and Miss C. A. Raisin : Rock-Specimens from Kimberley, with a Note added by T. Rupert Jones, p. 412-415. — Dugald Bell : Glacial Mound in Glen Fruin, p. 415-418. — G. Roper : The supposed *Dicynodont* from the Elgin Trias, p. 430. — O. Fisher : On dynamo-metamorphism, p. 430-431. — A. Harker : Dynamo-metamorphism again, p. 431-432. — E. J. Garwood : On the Origin of Concretions in the Magnesian Limestone, p. 433-440, pl. XII-XIII. — H. H. Howarth : Elevation of the American Cordillera, p. 441-450. — C. Davison : On the British Earthquakes of 1890, p. 450-455. — P. B. Brodie : On the Lower Greensand and Purbeck Beds, p. 455-456. — A. J. Jukes-Browne : The Lower Greensand or Vectian in Dorset, p. 456-458. — Ed. Wilson : On Colour-Bands in *Waldheimia perforata*, p. 458-459. — W. M. Hutchings : Note on the Coniston Flags, p. 459-463. — A. Irving : Dynamic-Metamorphism « again », p. 479-480.

— Proceedings of the Geologists' Association. Vol. XII, 1-4, 1891.

C. Davies Sherborn and H. W. Burrows : Report on the Microscopical Examination of some Samples of London, p. 4-7. — Th. Leighton and J. B. Ogle : On some Recent Sections at Dulwich, p. 8-16. — J. W. Gregory : The British Tertiary Echinoïd Faunas and their Affinities, p. 16-60, pl. I et II. — T. V. Holmes : Further Notes on the geological Record, p. 67-87. — Excursion to the Cutting near Shortlands station on the Nunhead and Shortlands Railway, p. 92-97. — Excursion to Guildford, p. 97-

99. — Excursion to West Surrey, p. 100-104. — H. W. Mouckton and R. S. Herries : On some Hill Gravels North of the Thames, p. 108-114. — J. F. Blake : Geology of the Country between Redcar and Bridlington, p. 115-144.

Dublin. — Proceedings of the Royal Irish Academy. 3^e série, vol. I, 1891.

G. H. Kinahan : On the Killary Bay and Slieve Partry Silurian Basin, also Notes on the Metamorphic Rocks of North-West Galway (Jar-Connaught), p. 705-726.

3^e série, vol. II, 1. 1891.

J. Joly : On the Determination of the Melting Points of Minerals. Part I. The Uses of the Meldometer, p. 38-64.

— Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXIX, part XVI, 1891.

— Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society.

Vol. VI (N. S.), 10, 1890.

Vol. VII (N. S.), 1-2, 1891.

G. H. Kinahan : A New Reading of the Donegal Rocks, p. 14-34, pl. I-VI. — Pr. Sollas : On a Fragment of Garnet Hornfels, p. 48-54. — Grenville A. J. Cole : The Variolite of Ceryg Gwladys, Anglesey, p. 112-120, pl. X. — Sollas and Cole : The Origin of certain Marbles : A Suggestion, p. 124-126.

— Scientific Transactions of the Royal Dublin Society. 2^d ser. vol. IV, 6-8, 1890-91.

J. W. Davis : On the fossil Fish of the Cretaceous formations of Scandinavia, p. 363-434, pl. 38-46.

Newcastle. — Transactions of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. Vol. XXXVIII, 6, 1891, et vol. XL, 2-3, 1891.

Inde anglaise. — Calcutta. — Records of the Geological Survey of India. Vol. XXIV, 2-3, 1891.

R. D. Oldham : Preliminary report on the oil locality near Moghal Kat, in the Sherani county, Suleiman Hills, p. 83-84. — Th. H. Holland : On mineral oil from the Suleiman Hills, p. 84-97. — T. D. La Touche : Note on the geology of the Lushai Hills, p. 98-99. — Fr. Nøtting : Report on the coal-fields in the Northern Shan States, p. 99-119. — Id. : Note on the reported Namséka ruby-mine in the Mainglôn state, p. 119-125. — Id. : Note on the tourmaline (shorl) mines in the Mainglôn State, p. 125-129. — Id. : Note on the salt spring near Bawgyo, Thibaw state, p. 129-130. — T. D. La Touche : Boring exploration in the Daltongun coal-field, Palamow, p. 141-153. — Death of Dr P. Martin Duncan, p. 153-154. — A. Lacroix : Contribution to the study of the pyroxenic varieties of gneiss and of the scapolite-bearing rocks, p. 155-200, 1 pl.

Indes hollandaises. — Batavia. — Naturkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. 1891, ser. VIII, vol. XI (L).

H. Onnen : Nulkanische verschijnselen en aardbevingen in den O. I. Archipel waargenomen het jaar 1889, p. 166-197.

Italie. — Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti. Anno CCLXXXVIII, 1891, vol. VII, 1° sem., fasc. n°s 9-12.

De Stefani : Cenni preliminari sui terreni mesozoici della Sardegna, p. 427-431. — Id. : Cenni preliminari sui terreni cenozoici della Sardegna, p. 464-467.

Vol. VII, 2° sem., fasc. 1-2.

Mattirolo : Analisi di una Breithauptite del Sarrabus (Sardegna), p. 98-100. — Bolla : Il gneiss centrale nella Valtellina, p. 101-105. — Sella : Sulla Ottadrite del Biellese, p. 196-197.

— Bolletino delle opere moderne straniere acquistate dalle biblioteche pubbliche governative del Regno d'Italia.

Vol. IV, 1889. Indice alfabetico.

Vol. VI, n°s 6-9.

— Bolletino del R. Comitato geologico d'Italia. 1891, vol. XXII, n°s 1-2.

B. Lotti : Note descrittive sul rilevamento geologico delle tavolette di Orbetello, Talamone e Grosseto nella Maremma toscana, p. 10-32. — P. Moderni : Osservazioni geologiche fatte nel gruppo della Majella, con appendice paleontologica di A. Tellini, p. 32-50, pl. I. — B. Lotti : Due parole sulla posizione stratigrafica della flora fossile del verrucano nel Monte Pisano, p. 81-85. — C. Viola : Appunti geologici sulla regione miocenica di Stigliano (Basilicata), p. 85-98, pl. II.

— Bolletino della Società geologica Italiana. 1890, vol. IX, fasc. 3.

J. Namias : Contributo ai briozoi pliocenici delle provincie di Modena e Piacenza, p. 471-513, pl. XV. — S. Squinabol : Rivista dei grossi Anthracotherium di Cadibona, p. 515-571, pl. XVI-XXI. — G. Trabucco : L'isola di Lampedusa. Studio geo-paleontologico, p. 573-608, pl. XXII-XXIV. — R. Meli : Bibliografia sull' azione magnetica esercitata dalle rocce, p. 645-670. — G. Toldo : Studi geologici sulla provincia di Piacenza, p. 671-687, pl. XXV. — U. Botti : La grotta ossifera di Cardamone in Terra d'Otranto, p. 689-716, pl. XXVI. — C. F. Parona : Relazione dell' escursione geologica eseguita in Val d'Erve il giorno 10 settembre 1890, p. 758-761. — A. Tommasi : Relazione delle gite in Val Seriana ed a Lovere ne giorni 12 et 13 settembre 1890, p. 762-765.

Florence. — Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Bolletino delle Pubblicazioni italiane ricevute per diritto di stampa, 1891, n°s 132-140.

— Memorie per servire alla descrizione della Carta geologica d'Italia. Vol. IV, parte 1^a, 1891.

A. Scacchi : La regione vulcanica fluorifera della Campania, 2° edit., p. 1-49, pl. I-IV. — G. Terrigi : I depositi lacustri e marini riscontrati nella trivellazione presso la Via Appia Antica, p. 51-133, pl. I-IV.

Pise. — Atti della Società Toscana di Scienze Naturali residente in Pisa. Memorie. Vol. XI, 1891.

G. Ristori : Contributo alla Fauna carcinologica del Pliocene italiano, p. 3-18. — Id. : I Crostacei fossili di Monte Mario, p. 19-26. — E. Rosselli : La miniera cinabrifera del Siele, p. 78-90.

Palerme.— Bolletino della Reale Accademia di Scienze, Lettere e Belle Arti di Palermo. Anno VIII, n^{os} 1-3, 1891.

Turin. — Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino, Ser. 2^a, t. XLI.

F. Sacco : I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. VIII, p. 225-336, 2 pl. — F. Cantamessa : Il mastodonte di Cinaglio d'Asti ed il Mastodon arvensis (Cro. et Job.), p. 339-379, 2 pl.

— Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXVI, 9-15, 1890-91.

C. F. Parona : Fossili del Lias medio nel conglomerato terziario di Lauriano (Colli di Torino), p. 694-702. — F. Sacco : Sopra un crano di *Tursiops Cortesii* (Desm.) var. *astensis* Sacc. dell' Astigiano, p. 703-712, 1 pl. — Colomba : Sull' epidoto di Oulx e sui minerali che lo accompagnano, p. 811-826.

Japon. — Tokyo. — Geological Survey of Japan.

Reconnaissance Map. Geology. Division III. According to Original Surveys, compiled by Toyokitsi Harada, 1/400000.

1/200000. Nagoya by S. Miura. — Toyama by S. Otsuka.

Mexique. — Mexico. — Memoria y Revista de la Sociedad Científica « Antonio Alzate ». T. IV, 7-10, 1891.

G. B. Pugay R. Aguilar Santillan : Catalogo de los tremblores de tierra verificados en la Republica durante 1889, p. 179-191. — E. Ordoñez : Apuntes para el estudio de las formaciones sedimentarias del Valle de Mexico, p. 239-242. — C. F. de Landero : La grosularita rosa de Xalodoc, p. 243-256. — F. de Montessus de Ballore : Étude critique des lois de répartition saisonnière des séismes.

Norvège. — Christiania. — Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Vol. XXXII, 3, 1891.

O. E. Schiøtz : Om Merker efter Istiden og Isskillet i den østlige Del af Hamar Stift, samt om Indlandsisens Bevægelse, p. 243-265.

Nouvelle-Ecosse. — Halifax. — Proceedings and Transactions of the Nova Scotia Institute of Natural Science of Halifax. Vol. VII, 4, 1890.

D. Honeyman : Glacial Geology of Cape Breton, p. 337-344. — Id. : Geological Gleanings in Nova Scotia and Cape Breton, p. 345-356. — E. Gilpin : The geological

Writings of Rev. D. Honeyman, p. 357-362. — Id. : The Devonian of Cape Breton, p. 381-387, pl. III. — H. S. Poole: Surface Geology of the Picton Coal Field, p. 388-393.

Nouvelles-Galles du Sud. — Sydney. — Australian Museum. Records of the—. Vol. I, 1-6, 1890-91.

R. Etheridge : Descriptions of Upper Silurian Fossils from the Lilydale Limestone, Upper Yarra District, Victoria, p. 60-67, pl. 8-9.

— Memoirs of the —. N^o 2.

Lord How Island. Its Zoology, Geology and Physical Character, 1879.

— Catalogue of the Australian Birds in the —, I-III, 1876-91.

— Catalogue of a Collection of Fossils in the —, 1883.

— Descriptive Catalogue of the General Collection of Minerals in the —, 1885.

Nouvelle-Zélande. — Wellington. — Colonial Museum and Geological Survey of New Zealand. 25th Annual Report on the Colonial Museum and Laboratory, 1891.

Pays-Bas. — Harlem. — Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. T. XXV, 2, 1891.

Portugal. — Porto. — Revista de Sciencias Naturaes e Sociaes. Vol. II, 6, 1891.

A. Nobse : Contribuições ara a fauna malacologica da Madeira, p. 77-84.

Queensland. — Brisbane. — Annals of the Queensland Museum. N^o 1, 1891.

W. H. Miskin : Synonymical Catalogue of the Lepidoptera Rhopalocera (Butterflies) of Australia, p. 129-167. — C. Bodenbender : Apuntes sobre rocas eruptivas de la pendiente oriental de los Andes entre Rio Diamante y Rio Negro, p. 177-180 et 219-240. — F. Ameghino : Mamíferos y aves fosiles argentinas. Especies nuevas, adiciones y corecciones, p. 240-259.

République Argentine. — Buenos-Ayres. — Revista argentina de Historia Natural. T. I, 3, 1891.

F. Ameghino : Caracteres diagnosticos de cincuenta especies nuevas de mamíferos fosiles argentinos, p. 129-167. — C. Bodenbender : Apuntes sobre rocas eruptivas de la pendiente oriental de los Andes entre Rio Diamante y Rio Negro, p. 177-180 et 219-240. — F. Ameghino : Mamíferos y aves fosiles argentinas. Especies nuevas, adiciones y corecciones, p. 240-259.

La Plata. — Revista del Museo de la Plata. T. II, 1, 1891.

A. Mercerat : Datos sobre restos de mamíferos fosiles pertenecientes à los Bruta.

Russie. — Saint-Pétersbourg. — Mémoires de l'Académie impé-

riale des Sciences de St-Petersbourg. VIII^e sér., t. XXXVIII, nos 3 et 4, 1891.

Moscou. — Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 2^e série, t. IV, 4 et suppl., 1891.

N. Krischafowitsch : Anzeichen einer interglaziären Epoche in Central-Russland p. 527-547.

Suisse. — Lausanne. — Eclogæ geologicæ Helvetiæ. Vol. II, 4, 1891.

Favre et Schardt : Revue géologique Suisse pour 1890, p. 345-450. — H. Schardt : Programme des excursions d'août 1891 dans les Préalpes romandes, p. 451-454, 4 pl.

— Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. 3^e série, vol. XXVII, n^o 104, 1891.

Victoria. — Melbourne. — Annual Report of the Secretary for Mines, during the year 1890. 1891.

— Reports and Statistics of the Mining Department for the quarter ended 31st March 1891. 1891.

E. J. Dunn : Notes on the Geology of Moorarbool West Parish, p. 21-22. — Notes in reference to views showing occurrences of Silurian Rocks, p. 27, 3 pl.

Du 3 Novembre au 21 Décembre 1891.

1^o NON PÉRIODIQUES

Boule, M. — Le Congrès géologique international de Washington. (Revue scientifique, 5 déc. 1891).

Bourry, de. — Etude critique des Scalidæ miocènes et pliocènes d'Italie décrits ou cités par les auteurs et description d'espèces nouvelles (Extr. Bollet. della Societa Malacologica Italiana), 142 p., 1 pl.

Carez, L. — Revue annuelle de Géologie (Rev. gén. des Sciences pures et appliquées, 2^e année, n^o 18).

Choffat, P. — Espagne et Portugal (Extr. Annuaire géol. universel, p. 531-549).

Id. — Comparaison de deux projets de chemins de fer à Lisbonne (Extr. Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr., t. V, 1891, p. 84-86).

Id. — Exempla frisante da importancia da utilização dos dados

geologicos na exolha dos traçados dos caminhos de ferro (Extr. Comm. da Comm. dos Trab. geol., t. II, fasc. 2, p. 161-170, 1 carte).

Id. — Note sur le Crétacique des environs de Torres-Vedras, de Peniche et de Cercal. (Extr. *ibid.* Vol. II, fasc. 2, p. 171-216).

Id. — Passeio geologico de Lisboa a Leiria. (Extr. Rev. d'Ed. e Ens. 1891, p. 289-340).

Cosserat, L. — Cimetière mérovingien d'Andrésy. Paris 1891, in-4°, 23 p., 10 pl.

Cotteau. — Les Echinides éocènes de la Loire-Inférieure et de la Vendée (Extr. Bull. de la Soc. des Sc. nat. de l'Ouest de la France, 1891, p. 127-158, 4 pl.).

Id. — Notice sur l'Hemipneustes oculatus (Drapiez), Cotteau de la Craie de Ciplly et les autres espèces du genre Hemipneustes (Extr. Mém. Soc. R. Malac. Belg., t. XXV, 1890), 10 p., 1 pl.

Cotteau, Peron et Gauthier. — Echinides fossiles de l'Algérie. Dixième fascicule: Etage Miocène et Pliocène. Paris 1891, in-8°, 273 p., 8 pl.

Courtois, Aug. — L'enseignement de l'Agriculture dans les écoles primaires rurales, 15 p. — L'Enseignement de l'Horticulture dans les écoles primaires rurales, 13 p. (St-Vaast-la-Hougue, 1891).

Fallot et Reyt. — Observations sur le Crétacé de Roquefort et ses relations avec quelques assises tertiaires affleurant dans cette localité (Extr. Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux, 17 juin 1891, 7 p.).

Fischer, P. et Crosse, H. — Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale, 7^e partie : Etude sur les Mollusques terrestres et fluviatiles, p. 257-312, pl. 49-52.

Fischer, P. et Ehlert. — Sur la répartition stratigraphique des Brachiopodes de mer profonde recueillis durant l'expédition du Travailleur et du Talisman (Extr. C.-R. Ac. Sc., juillet 1890).

Forsyth Major. — Considérations nouvelles sur la faune des Vertébrés du Miocène supérieur dans l'île de Samos. — Sur l'âge de la faune de Samos (Extr. C.-R. Ac. Sc., nov. 1891).

Fournier, A. — Etudes géologiques des lignes de chemins de fer du Poitou. Ligne de Paris à Bordeaux entre Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire) et Villeneuve-la-Comtesse (Charente-Inférieure). St-Maixent, 1891, in-8°, 108 p., 1 pl.

Hamy, E. T. — Mission scientifique au Mexique et dans l'Amé-

rique centrale. 1^{re} partie : Anthropologie du Mexique, p. 97-148, pl. 10-14.

Höhnel, L. R. v. . . , A. Rosival, F. Toula und E. Suess. — Beiträge zur geologischen Kenntniss des Oestlichen Afrika (Extr. Denkschr. d. Math.-Naturw. Classe d. Kais. Akad. d. Wissensch., vol. LVIII, p. 447-584, 9 pl., 1 carte), 1891 (don de M. *Suess*).

Hovelacque, M. — Structure du coussinet foliaire et de la ligule chez les *Lepidodendron* selaginoides. — Structure de la trace foliaire des *Lepidodendron* selaginoides à l'intérieur du stipe. — Sur la forme du coussinet foliaire chez les *Lepidodendron* selaginoides (août 1891). — Sur la structure du système libéro-ligneux primaire et sur la disposition des traces foliaires dans les rameaux de *Lepidodendron* selaginoides (nov. 1891) (Extr. C.-R. Ac. Sc.).

Lapparent, A. de. — La destinée de la terre ferme et la durée des temps géologiques (Extr. Revue des questions. scient. Juillet 1891), 38 p.

Id. — Sur la chronologie des roches éruptives à Jersey (Extr. C.-R. Ac. Sc. Nov. 1891).

Mermier, E. — Note sur l'origine des courants d'air souterrains observés dans les graviers de la colline de Calluire lors du percement du tunnel de Collanges à Saint-Clair (Rhône) (Extr. Ann. Soc. Linnéenne de Lyon. T. XXXVII), 8 p.

Merrill, George P. — An account of the progress of petrography for the years 1887, 1888 (Extr. Smithsonian Report 1888, p. 327-354).

Ehlert, D. P. — Sur le Silurien inférieur dans les Coëvrons (Mayenne). — Sur le genre *Spiridiocrinus* (Extr. B. S. G. F.).

Peron, A. — Exploration scientifique de la Tunisie. Description des Mollusques fossiles des terrains crétacés de la région sud des Hauts-Plateaux de la Tunisie recueillis en 1885 et 1886 par M. Philippe Thomas, 2^e partie. 1 vol. texte in-8°, p. 105-327. Atlas in-4°, pl. 23-29.

Rolland, G. — Chemin de fer transsaharien : Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le Sahara de l'Océan Atlantique à la Mer Rouge. In-4°, 274 p. — Géologie et Hydrologie du Sahara algérien. In-4°, 31 pl.

Termier, P. — Etude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise (Alpes de Savoie) (Extr. Bull. Serv. de la Carte géol. de de la Fr. T. II, n° 20), 147 p., 10 pl.

Thomas, H. — Contribution à la Géologie de l'Oise. Notice géologique de Beauvais (Extr. Bull. Serv. de la Carte géol. de la Fr. T. III, n° 23), 26 p.

Vélain, Ch. — Cours élémentaire de Géologie stratigraphique. Paris, 1892, 572 p., 1 carte.

Id. — Explorations dans la Laponie Russe ou presque île de Kola (1884-1885). Géologie; Roches cristallophylliennes et éruptives (Extr. Bull. Soc. géogr. 1^{er} trim. 1891), 60 p.

Id. — Les progrès récents de la Géologie (Extr. Rev. pédagogique, 15 avril 1891), 18 p.

Wilde, Henry. — Sur les causes des phénomènes du magnétisme terrestre et sur un appareil électro-magnétique qui reproduit les variations séculaires des composantes horizontales et verticales, 39-41 p., in-4°, 1 carte.

2° PÉRIODIQUES

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CXIII, nos 18-24.

A. Gaudry : Une excursion dans les Montagnes Rocheuses, p. 586. — A. de Lapparent : Sur la chronologie des roches éruptives à Jersey, p. 603. — Charles de Stéphani : Nouvelles observations géologiques sur l'île de Sardaigne, p. 606. — Forsyth Major : Considérations nouvelles sur la faune des Vertébrés du Miocène supérieur de l'île de Samos, p. 608. — *Id.* : Sur l'âge de la faune de Samos, p. 708. — A. Ricco : Tremblement de terre, soulèvement et éruption sous-marine à Pantellaria, p. 753. — Bleicher : Sur la découverte de coquilles terrestres tertiaires dans le tuf volcanique du Limbourg (Kayserstuhl, grand-duché de Bade), p. 874.

— Journal des Savants, sept. et oct. 1891.

— Annales des Mines, 8^e série, t. XX, 4^e livraison.

— Paléontologie Française, 2^e série, Végétaux. Terrain Jurassique. Liv. 47 : Types proangiospermiques et supplément final par M. le marquis de Saporta. Texte : feuilles 32-35 du t. IV, planches 69-74 du t. IV.

— Bulletin de la Société Zoologique de France, t. XVI, n° 8.

— Mémoires de la Société Zoologique de France, 4^e année, nos 3-4.

— Journal de Conchyliologie, 3^e série, t. XXXI, n° 3.

Cossmann : Révision sommaire de la faune du terrain oligocène marin aux environs d'Etampes, p. 255-298.

— L'Anthropologie, t. II, n° 5.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, 4^e série, t. II, 3^e fascicule.

— Compte-rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie, nos 17-18.

— Bulletin mensuel du Club Alpin Français, nov. 1891.

— La Nature, nos 962-968.

Albert Gaudry : Excursion dans les Montagnes Rocheuses, p. 403-406. — Stanislas Meunier : Les phosphates du Dekma en Algérie, p. 7-8.

— Le Naturaliste, 2^e série, nos 112-115.

Stanislas Meunier : Sur une cristallisation remarquable du gypse, p. 263. — Id. : Observations sur l'Obsidienne, p. 287-289.

— Ministère des Travaux publics. — Service hydrométrique du bassin de la Garonne, année 1888, 1 vol., texte, atlas 6 feuilles.

— Ministère de l'Instruction publique. — Revue des Travaux scientifiques, t. XI, nos 5-6.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linnéenne du Nord de la France, nos 229-230.

Autun. — Bulletin de la Société d'histoire Naturelle d'Autun, 4^{me} bull.

L. Millot : Note sur les Céphalopodes dibranches du Lias supérieur de Sainte-Colombe-les-Avallon (Yonne), p. 37-60. — H.-E. Sauvage : Recherches sur les Poissons du Lias supérieur de l'Yonne, zone à ciment de Vassy, p. 60-87. — B. Renault : Note sur la famille des Bothrioptéridées, p. 349-376. — Id. : Sur la formation de la houille, p. 489-498. — Id. : Sur une nouvelle Lycopodiaceé houillère recueillie au Brésil, dans la province de San-Paulo, par M. Derby, p. 699-504.

Auxerre. — Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, 45^e vol.

H.-E. Sauvage : Note sur quelques poissons du Lias supérieur de l'Yonne, p. 31-39.

Le Mans. — Le Monde des plantes. Revue mensuelle de Botanique, 1^{re} année, n^o 3.

Moulins. — Revue Scientifique du Bourbonnais et du centre de la France.

E. Olivier : Les mines de Ramillard (Allier), p. 213-216.

Saint-Etienne. — Comptes-rendus mensuels de la Société de l'Industrie minière. Nov. 1891.

Valenciennes. — Revue de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Valenciennes, t. XLI, nos 7-8.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Oct.-Nov., 1891.

Allemagne. — Berlin. — Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XVIII, 1891, n° 8.

E. v. Drygalski : Ueber die im Auftrage der Gesellschaft ausgeführte Vorexpedition nach West-Grönland.

— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XXVI, 1891, n° 5.

Hambourg. — Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg. Vol. XI, nos 2, 3, 1891.

R. v. Fischer-Benzon : Die Moore der Provinz Schleswig-Holstein, 80 p.

Gotha. — Petermanns Mittheilungen. Vol. XXXVII, nos 10, 11, 1891.

Berger : Die Besteigung des Vulkans Ollagua, p. 241-247, pl. XVIII.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

1892, t. I, n° 1.

O. Müge : Ueber den Krystallbau der pyrogenen Quarze, p. 1-11. — F. Rinne : Ueber die Beziehungen zwischen den Mineralien der Heulandit und Desmingruppe, p. 12-44, pl. I. — R. Martin : Mammuthreste aus Niederland, p. 45-48. — A. Kennigott : Die Formel des vesuvischen Meionit, p. 49-53. — G. Bodländer : Entstehung von Melilith beim Brennen von Portland-Cement, p. 53-56. — J. W. Retgers : Der Isomorphismus der Wolframate und Molybdate mit den Sulphaten, Seleniaten und Chromaten, p. 56-61. — A. Wichmann : Ueber das angebliche Tertiär der Insel Adonara, p. 61-64. — Verbeek : Vorläufiger Bericht über Nummuliten, Orbitoiden und Alveolinen von Java und über das Alter der Gesteine, in welchen sie vorkommen, p. 65-67. — F. v. Sandberger : Hyalophan auf Klüften des Buntsandsteins, p. 67-68. — Id. : Bemerkungen über das Vorkommen des Grammatits in dem Specksteinlager von Göpfersgrün bei Wunsiedel, p. 68-69. — G. Gürich : Ueber eine cambrische Fauna von Sandomir in Russisch-Polen, p. 69-70.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1891, n° 14.

R. Haernes : Das Vorkommen der Gattungen Rouaultia, Dolichotoma und Oligotoma im österreichisch-ungarischen Miocän, p. 268-271. — A. Bittner : Zwei neue Fundorte von Monotis in Niederösterreich, p. 272-273. — A. M. Lomnicki : Ein Beitrag zur Geologie Lembergs, p. 273-274.

Budapest. — Földtani Közlöny. Vol. XXI, nos 6-9, 1891.

V. Zsigmondy : Mélyfúrás. Orav, mellett Gácsországbán, p. 184-186. — J. v.

Szabó : Die Bewegungen auf den Schemnitzer Erzgängen in geologischer Beziehung, p. 201-204. — J. Halaváts : Beiträge zur Kenntniss der geologischen Verhältnisse des Comitatus Torontál, p. 204-211. — K. Zimányi : Mineralogische Mittheilungen, p. 211-213. — G. Téglás : Neuere Daten zur ältesten Geschichte der Verespataker Bergbauer, p. 214-216. — B. v. Inkey : Ueber die zwei neuen geologischen Karten Rumäniens, p. 216-220. — J. de Sádeczky : La Montagne de Pilis dans la Szigethegység du Comitat de Zemplén, p. 265-275, pl. III. — F. Schafarzik : Die ungarische Steinindustrie, p. 275-278.

— A Magyar kir. Földtani Intézet Évkönyve, vol. IX, n° 6, 1891.

T. Weisz : Az Erdélyrészi Bányászat rövid Ismertetése, p. 100-171.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Juillet, octobre, novembre 1891.

Belgique. — Bruxelles. — Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers publiés par l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, in-4°.

T. XLVII, 1889.

A. Briart et F. L. Cornet : Description des fossiles du Calcaire Grossier de Mons. Quatrième partie. Gastéropodes. 128 p., pl. XIX-XXVI.

T. L, LI, 1889, 1890.

— Mémoires couronnés et autres Mémoires, etc., in-8°.

Vol. XLIII, 1889.

G. Fraipont et F. Tihon : Explorations scientifiques des cavernes de la vallée de la Méhaigne, 72 p., 12 pl.

Vol. XLIV, 1890. Vol. XLV, 1891.

— Bulletins de l'Académie Royale, etc.

3^e sér. Vol. XVII. 59^e année, 1889.

M. Mourlon : Sur les dépôts éocènes et les gisements de tortues de Melsbroeck (au N.-E. de Bruxelles), p. 80-101. — Id. : Sur la découverte à Ixelles-lez-Bruxelles d'un ossuaire de Mammifères, antérieur au Diluvium, p. 131-151. — Id. : Sur le gisement des silex taillés, attribués à l'homme tertiaire, aux environs de Mons, p. 499-517.

3^e sér. Vol. XVIII. 59^e année, 1889.

A. Briart : La formation houillère, p. 813-869. — Renard : Sur l'origine de l'acide borique, trouvé dans les cendres de produits végétaux belges, p. 49-54. — Id. : Les concrétions de phosphate de chaux draguées au large du cap de Bonne-Espérance, p. 641-665.

3^e sér., t. XIX, 60^e année, 1890.

Réorganisation du service de la carte géologique de la Belgique, p. 43. — Renard : Recherches sur les cristaux de Phillipsite des sédiments du centre de l'Océan Pacifique, p. 88-100, 182-196, 1 pl.

3^e sér., t. XX, 60^e année, 1890.

Malaise : Sur les graptolithes de Belgique, p. 440-452. — E. Dupont : Sur les mollusques vivants et postpliocènes recueillis au cours d'un voyage au Congo en 1887, p. 559-579, pl. I-III.

3^e sér., t. XXI, 61^e année, 1891.

A. Franck : Notices cristallographiques, p. 40-49. — Id. : Sur l'albite de Revin, p. 603-609. — Renard et Cornet : Recherches micrographiques sur la nature et l'origine des roches phosphatées, p. 126-160, 1 pl.

— Annuaire de l'Académie Royale, etc., 1890, 1891.

E. Dupont : Notice sur Laurent-Guillaume De Koninck, p. 438-483, portrait.

— Catalogue des livres de la Bibliothèque de l'Académie Royale, etc.

Seconde partie. Ouvrages non périodiques, 3^e fasc., n^{os} 10908-15545, 1890.

Brésil. — Saint-Paul. — Boletim da Comissão geographica e geologica do estado de S. Paulo.

N^{os} 4-7, 1890.

(n^o 7). E. Hussak : Contribuições mineralógicas e petrographicas, 40 p.

Canada. — Montréal. — Geological and Natural History Survey of Canada. Contributions to Canadian Micro-Palaeontology, by Rupert Jones, part. III, 1891.

Toronto. — Transactions of the Canadian Institute, vol. II, part 1, n^o 3, 1891.

Etats-Unis. — Boston. — Proceedings of the Boston Society of Natural History, vol. XXV, part I, II, 1891.

W. O. Crosby : Composition of the till or bowlder-clay, p. 115-140. — J. Marcou : Geology of the environs of Quebec, with map and sections, p. 202-227, pl. VII-IX. — Warren Upham : Walden, Cochituate, and other lakes enclosed by modified drift, p. 228-242. — Ch. L. Whittle : Genesis of the manganese deposits of Quaco, New-Brunswick, p. 253-258. — N. S. Shaler : The antiquity of the last glacial Period, p. 258-267.

Hamilton. — Journal and Proceedings of the Hamilton Association for session 1890-91, part VII, 1891.

D. F. H. Wilkins : The surface geology of the County of Lincoln and neighboring Counties, p. 23-30. — A. E. Walker : Stromatoporidae, p. 122-126.

Minneapolis. — The American Geologist, vol. VIII, n^{os} 2, 5, 6, 1891.

Jos. Torrey and E. H. Barbow : The recorded Meteorites of Iowa, with special mention of the last, or Winnebago County meteorite, p. 65-72. — W. O. Crosby :

On the contrast in color of the soils of high and low latitudes, p. 72-82. — Jos. F. James : The Fauna of the Lower Cambrian or Olenellus zone, p. 82-86. — J. M. Clark : The Fauna with Goniatites intumescens, p. 86-105. — G. C. Hoffman : On a peculiar form of metallic Iron found in Huronian quartzite, on the North Shore of S. Joseph Island, Lake Huron, Ontario, p. 105-110, pl. I. — T. C. Chamberlin : The attitude of the Eastern and Central Portions of the United States during the Glacial Period, p. 267-275. — T. Mellard Reade : An Outline of M. Mellard Reades Theory of the Origin of Mountain-Ranges by sedimentary loading and cumulative recurrent expansion : in answer to recent criticisms, p. 275-287. — G. F. Matthew : Notes on Cambrian Faunas, p. 287-291. — P. Crawford : Evidences of a glacial Epoch in Nicaragua, p. 306-314. — J. Lawton Williams : On Cycles of Sedimentation, p. 315-324. — James P. Kimball : Genesis of Iron-Ores by Isomorphous and Pseudomorphous Replacement of Limestone, p. 352-376. — E. N. Eaton : The Winnebago Meteorite, p. 385-387.

New-Haven. — The American Journal of Science, 3^d ser., vol. XLII, n^{os} 251-252, 1891.

A. M. Edwards : Report of the Examination by means of the Microscope of Specimens of Infusorial Earths of the Pacific Coast of the United States, p. 369-385. — E. H. S. Bailey : The Tonganoxie Meteorite, p. 385-387, pl. XIII. — W. F. Hillebrand : New Analyses of Uraninite, p. 390-394. — R. Ellsworth Call : The tertiary Silicified Woods of Eastern Arkansas, p. 394-401. — W. H. Wead and L. V. Pirsson : Occurrence of Sulphur Orpiment and Realgar in the Yellowstone National Park, p. 401-405. — L. V. Pirsson : Mineralogical Notes, p. 405-409. — J. F. Kemp : Peridotite Dikes in the Portage Sandstones near Ithaca, N. Y., p. 410-412. — A. E. Foote : New Locality for Meteoric Iron with a Preliminary Notice of the Discovery of Diamonds in the Iron, p. 413-417, pl. XIV-XV. — M. E. Wadsworth : The South Trap Range of the Keweenaw Series, p. 417-419. — A. Cary : Geological Facts noted on Grand River, Labrador, p. 419-421. — J. D. Dana : Percival's Map of the Jura-Trias trap-belts of Central Connecticut, with observations on the upturning, or mountain-making disturbance, of the Formation, p. 439-447, pl. XVI. — F. P. Dunnington : Distribution of Titanic Oxide upon the surface of the Earth, p. 491-495. — C. Luedeking and H. A. Wheeler : Notes on a Missouri Barite, p. 495-498. — A. C. Lane, H. F. Keller and F. F. Sharpless : Notes on Michigan Mineral, p. 499-508.

New-York. — Transactions of the New-York Academy of Sciences, vol. X, n^{os} 4-6, 1891.

Gilman S. Stanton : The occurrence of Beryls and Garnets on New-York Island, p. 50-51. — J. Francis Williams : Monticellite, a new mineral, p. 70.

Philadelphia. — Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1891, part II.

O. C. Marsh : Note on Mesozoic Mammalia, p. 237-241. — Ch. R. Keyes : Fossil Faunas in central Iowa, p. 242-265. — G. A. Kœnig : On Paramelaconite and the associated minerals, p. 284-291. — A. E. Foote : Geological features of the Meteoric Iron Locality in Arizona, p. 407.

Salem. — Proceedings of the American Association for the Advancement of Science, for the 39th Meeting held at Indianapolis, Indiana, 1890.

Charles A. White : On the biological and geological significance of closely similar fossil forms, p. 239-243. — E. T. Tox : Floridite, a new variety of phosphate of lime, p. 260.

Washington. — Smithsonian Contributions to Knowledge, n° 801, 1891.

Grande-Bretagne. — Londres. — The Geological Magazine, new series, Dec. III, vol. VIII, nos 11, 12, 1891.

Arthur H. Foord : On *Pleuromutilus nodoso-carinatus*, Römer, sp., p. 481-482. — J. F. Blake : On some recent contributions to Precambrian Geology, p. 482-487. — T. Mallard Reade : On Normal Faulting, p. 487-489. — Ch. Davison : On the Amount of Sand brought up by Lobworms to the Surface, p. 489-493. — E. T. Newton : On *Ammonites Jurensis*, p. 493-494. — Norman Glass : On *Athyris læviuscula*, p. 495-498. — C. Lapworth : On *Olenellus Callavei* and its Geological Relationships, p. 529-536, pl. XIV, XV. — W. M. Huntchings : Petrological Notes, p. 536-545. — A. S. Woodward : *Pholidophorus germanicus* in the Upper Lias, Whitby, p. 545-546. — Id. : *Pseudotrionyx* from the Bracklesham Beds, p. 546. — J. H. Cooke : Notes on *Stereodon Melitensis*, p. 546-547.

— Proceedings of the Geologists' Association, vol. XII, 4, 5, 1891.

Excursions.

Cambridge. — Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, vol. VII, 4-5, 1891.

S. J. Hickson : On the Medusæ of *Millepora* and their relations to the Medusiform gonophores of the *Hydromedusæ*, p. 147-148.

Edimbourg. — Proceedings of the Royal Society of Edimbourg, vol. XVII.

C. Michie Smith : The volcanic Eruption at Bandaisson, p. 65-71, 1 pl. — J. Murray and Robert Irvine : On Coral Reefs and other Carbonate of Lime Formations in Modern Seas, p. 79-109. — R. H. Traquair : List on the Fossil Dipnoi and Ganoidei of Fife and the Lothians, p. 385-400.

— Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. XXXIV, 1890. — XXXVI, 1, 1891.

R. Kidston : On the Fossil Flora of the Staffordshire Coal Fields, p. 63-98, 1 pl.

Inde Anglaise. — Calcutta. — Records of the Geological Survey of India, vol. XXIV, part I, 1891.

C. S. Middlemiss : Notes on the Geology of the Salt Range of the Panjab, with a reconsidered theory of the Origin and Age of the Salt Marl, p. 10-42, pl. I-V. —

Johannes Walther : On veins of graphite in decomposed gneiss (Laterite) in Ceylan, p. 42-45. — Pr. Nath Bose : Extracts from the Journal of a trip to the Glaciers of the Kalwu, Pandim, etc., p. 46-68. — H. Warth : The Salts of the Sambhar Lake in Rajputana, and of the Saline Efflorescence called « Reh » from Aligarh in the N.-W. Provinces, p. 68-69. — Id. : Analysis of Dolomite from the Salt Range, Panjab, p. 69-71.

— Memoirs of—, vol. XXIV, 3, 1890.

Ph. Lake : The Geology of South Malabar, between the Beypore and Ponnani Rivers, 46 p., 9 pl.

— Contents and index of the first twenty volumes of the Geological Survey of Indian, 1868-1887.

Italie. — Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. 288^e année, 1891, ser. IV^a. Vol. VII, fasc. 7-10.

Bucca : L'età del granito di Monte Capanne (Isola d'Elba), p. 270-276.

— Bolletino del R. Comitato geologico d'Italia. 1891, n° 3, vol. XXII (2^a ser., vol. II).

E. Niccoli : La frana di Santa Paola (Circondaria di Cesana), p. 113-131, pl. III. — C. De Stefani : Il bacino lignitifero della Sieve in Provincia di Firenze, p. 132-150.

— Rassegna della Scienze geologiche in Italia. Anno I, 1^o sem. 1891. Fasc. 1, 2.

H. J. Johnston Lavis : L'eruzione del Vesuvio del 7 giugno 1891, p. 3-12. — A. Goiran : Il terremoto veronese del 7 giugno 1891, p. 12-15. — E. Clerici : Il chirografo di Pio VI e la pietra di Subiaco, p. 15-23. — G. Trabucco : L'isola di Linosa, p. 23-25.

— Bolletino delle Opere moderne straniere acquistate dalle biblioteche pubbliche governative del regno d'Italia. Vol. VI, n° 10, Oct. 1891, n° 11, Nov. 1891.

Florence. — Bolletino delle Pubblicazioni italiane ricevute per diritto di stampa. N° 141, 142. 15-30 Nov. 1891.

Palerme. — Annales de Géologie et de Paléontologie, publiées sous la direction du M^{is} A. de Gregorio. 9^e livr. Août 1891.

A. de Gregorio : Iconografia conchologica mediterranea vivente e terziaria. II. Studi sui generi *Fissurella*, *Emarginula*, *Rimula*, 11 p., 3 pl.

Luxembourg. — Luxembourg. — Publications de l'Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg (Section des Sciences naturelles et mathématiques). Vol. XXI, 1891.

— Observations météorologiques faites à Luxembourg, de 1884-1888. 5^e vol. 1890.

Mexique. — Mexico. — Memorias y revista de la Sociedad Científica « Antonio Alzate ».

Vol. IV, nos 11, 12, 1891.

Aguilar y Santillán et G. B. y Puga : Catálogo de los temblores de tierra verificados en la República durante 1890, p. 323-329. — C. F. de Landero : Algunos observaciones sobre la Plata alotrópica, p. 344-346.

Nouvelles-Galles-du-Sud. — Sydney. — Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales.

C. W. Marsh : Geological notes on the Barrer Ranges Silverfield, p. 177-195. — T. W. Edgeworth David : The Coal Measures of New South Wales and their Eruptive Rocks, p. 257-268.

— Records of the Australian Museum.

Vol. I, n° 9, 1891.

Pays-Bas. — Harlem. — Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Vol. XXV, livr. 3, 4, 1891.

République Argentine. — Buenos Ayres. — Revista argentina de historia natural.

Vol. I, n° 5, 1891.

Fl. Ameghino : Nuevos restos de mamíferos fósiles descubiertos por Carlos Ameghino en el eoceno inferior de la Patagonia austral. Especies nuevas, adiciones y correcciones, p. 290-328. — Id. : Observaciones críticas sobre los mamíferos eocenos de la Patagonia austral, p. 328-380.

Victoria. — Melbourne. — Reports and statistics of the Mining Department for the quarter ended 30th june 1891.

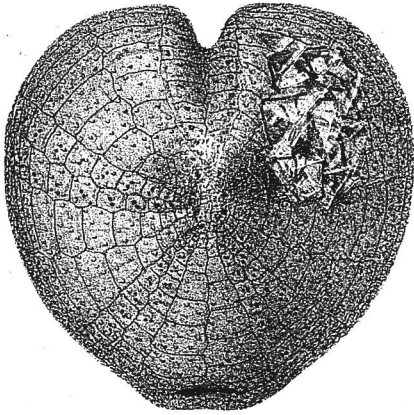
FIN DE LA LISTE DES DONs.

Les Secrétaires,

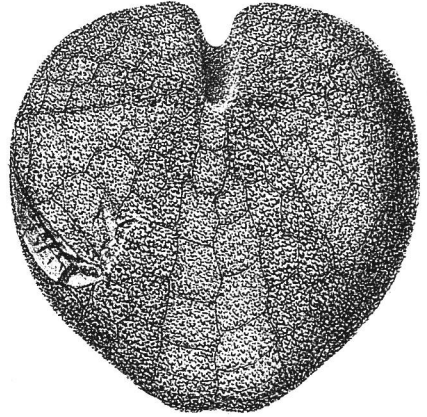
E. HAUG.

A. THIÉRY.

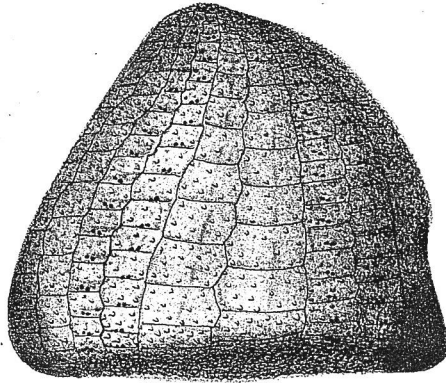
1a



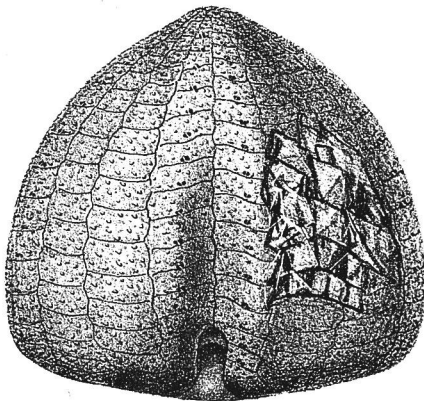
1b



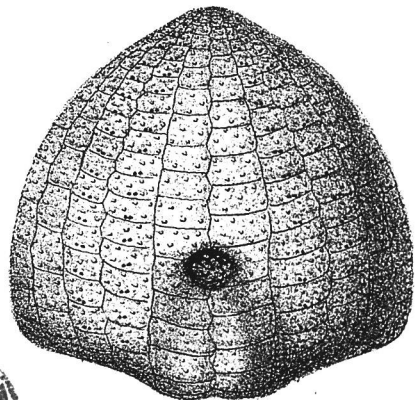
1c



1d



1e



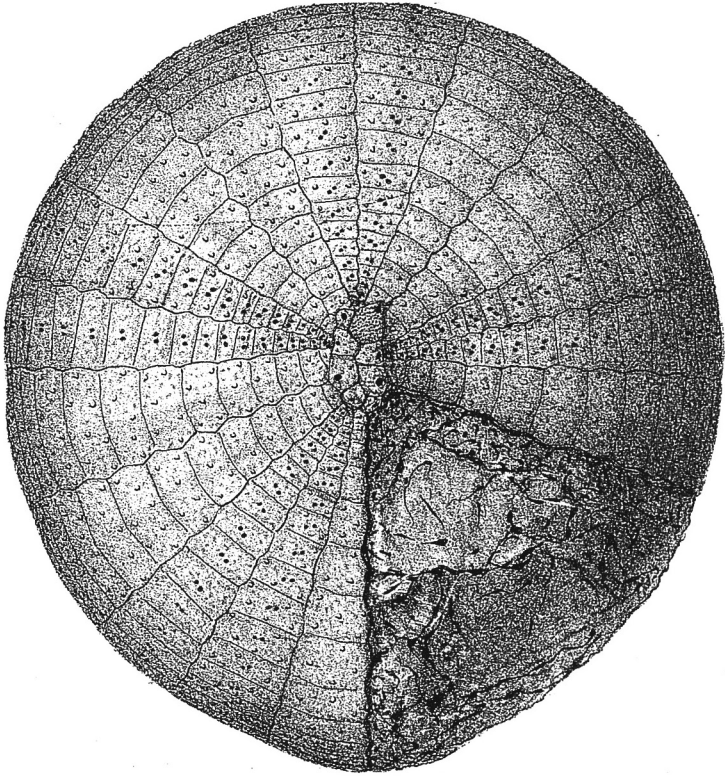
Humbert ad. nat. del. et lith.



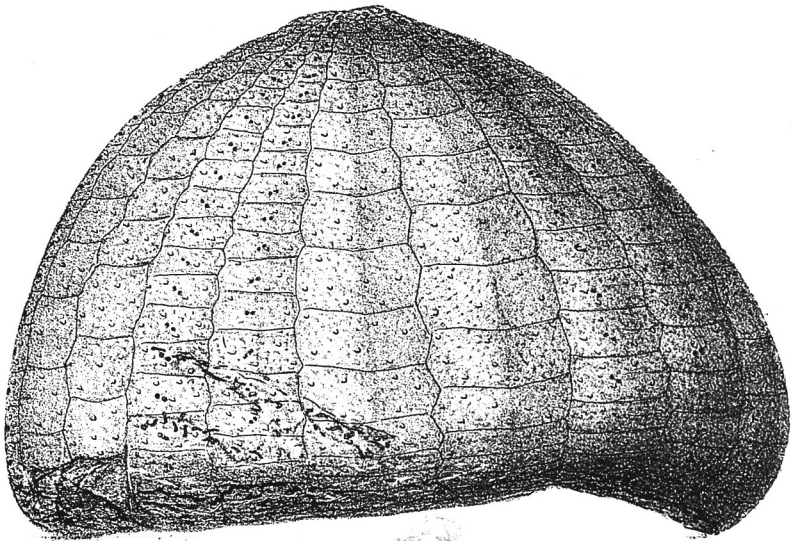
Imp. Edouard Bry, Paris.

1. Stegaster Chalmasi, Seunes.

1a



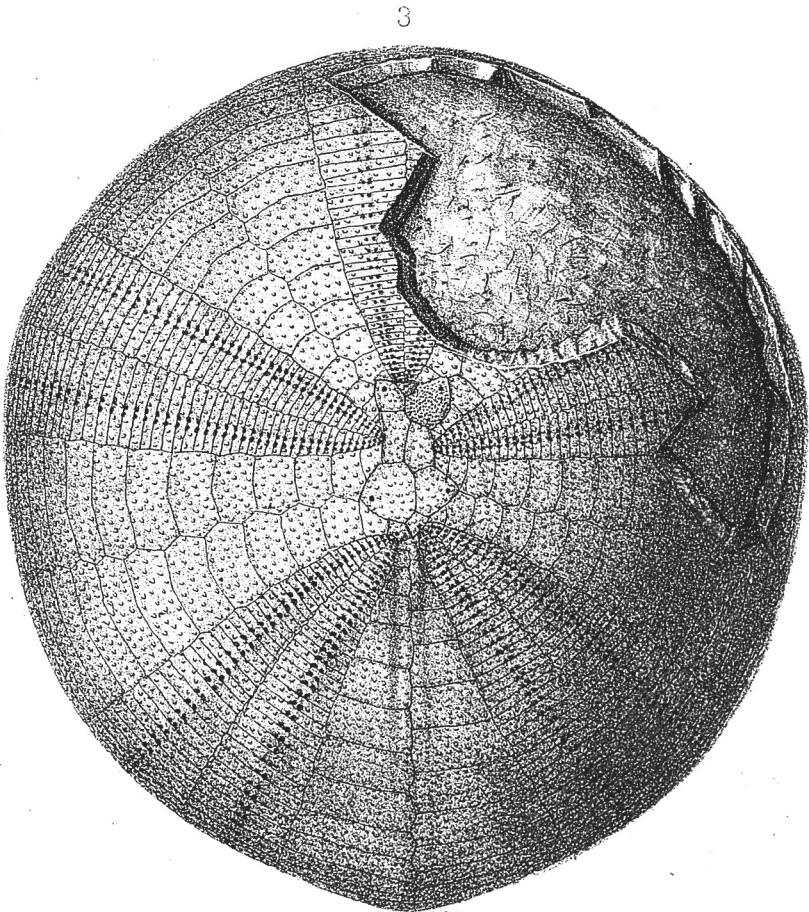
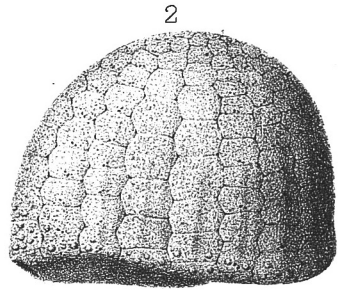
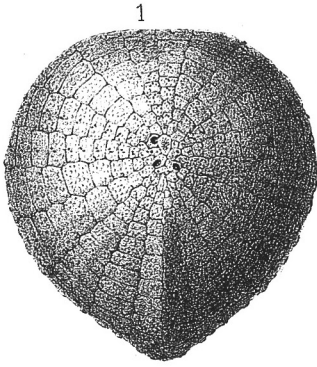
1b



Humbert ad. nat. del et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

1. *Echinocorys Douvillei*, Seunes.



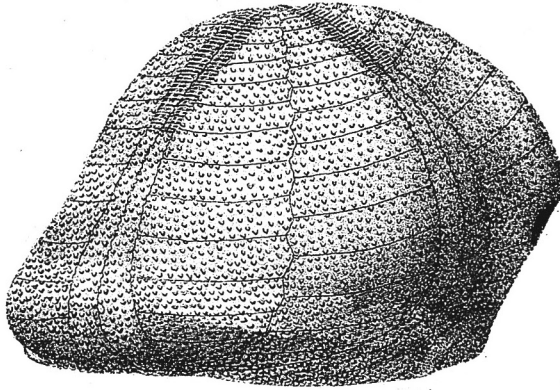
Humbert ad. nat. del. et lith.



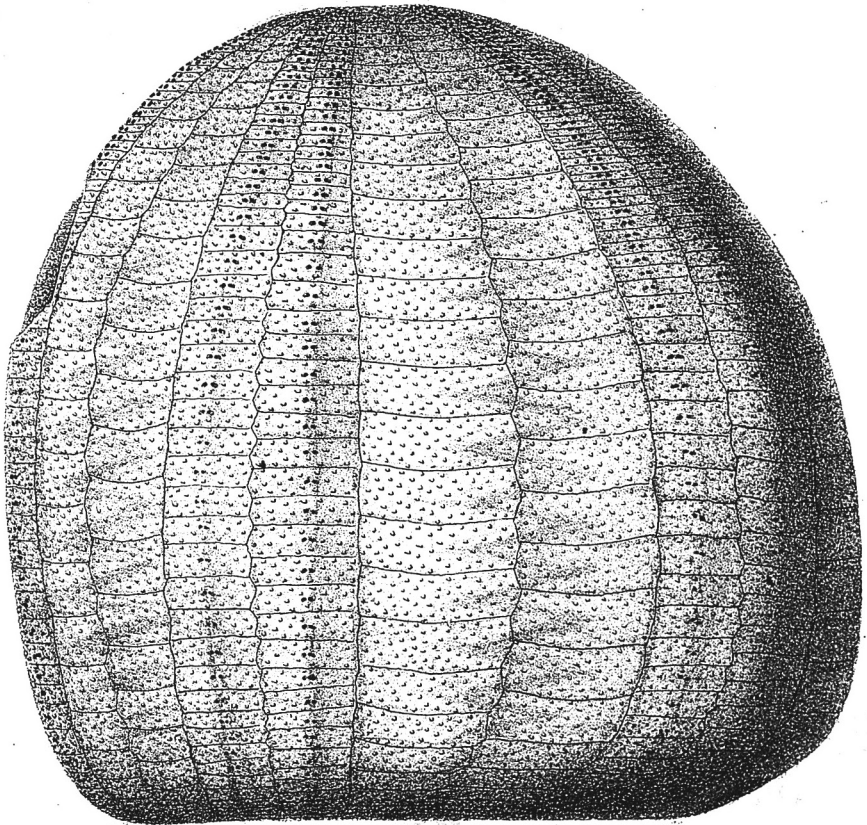
Imp. Edouard Bry, Paris.

1-2 - *Jeronia Pyrenaica*, Seunes.
3. - *Echinocorys Heberti*, Seunes.

1



2

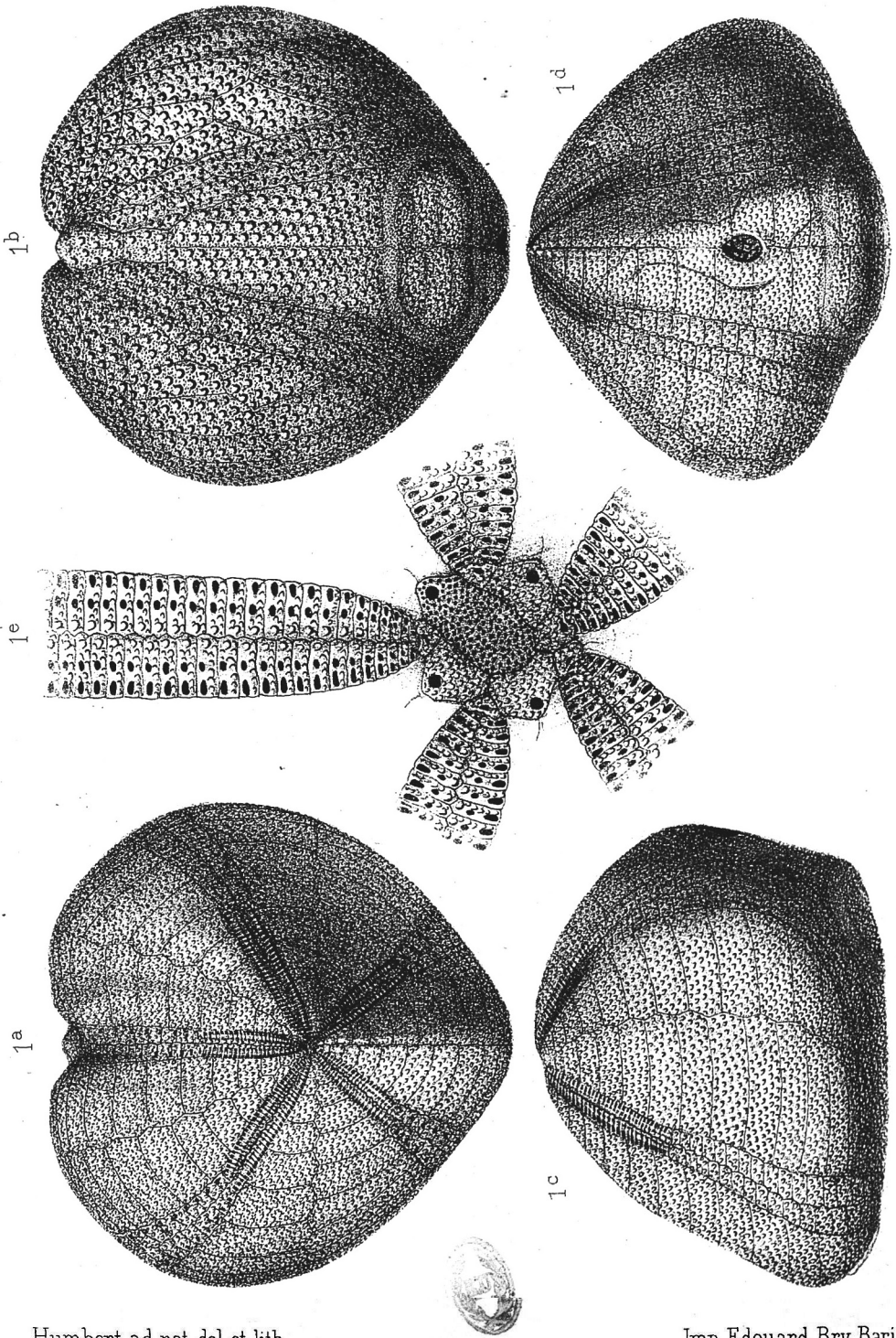


Humbert ad. nat. del. et lith.



Imp. Edouard Bry, Paris.

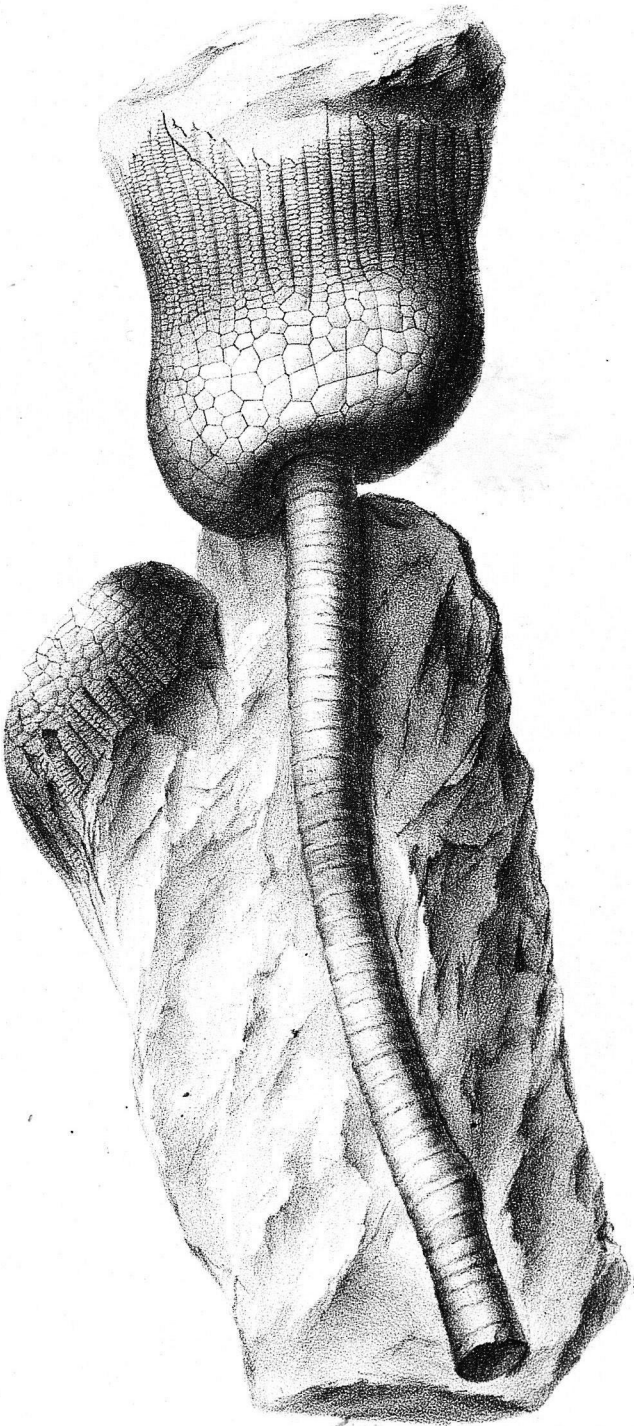
1. *Micraster aturicus*, Hébert.
2. *Echinocorys Heberti*, Seunes.



Humbert ad. nat. del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

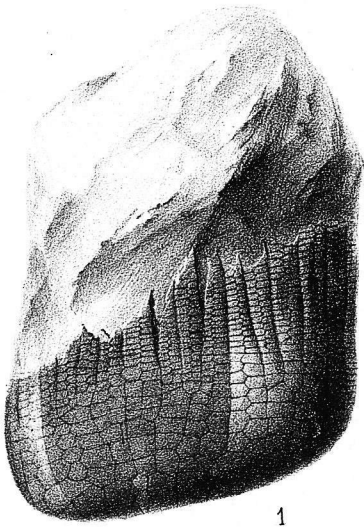
1. *Micraster aturicus* Hébert.



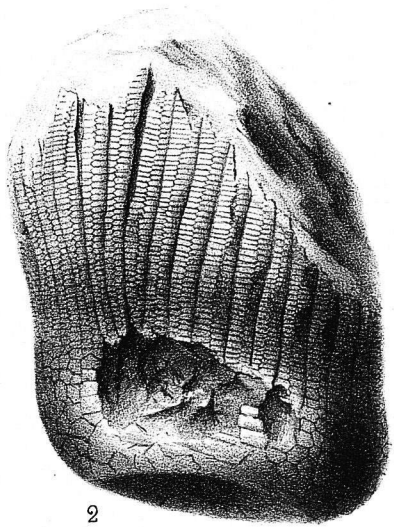
A. de Vaux Bidon - Lith.

Imp. Edouard Bry - Paris

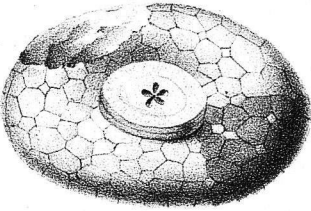
Spyridiocrinus Cheuxi. - Ehlert.



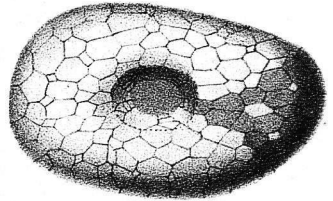
1



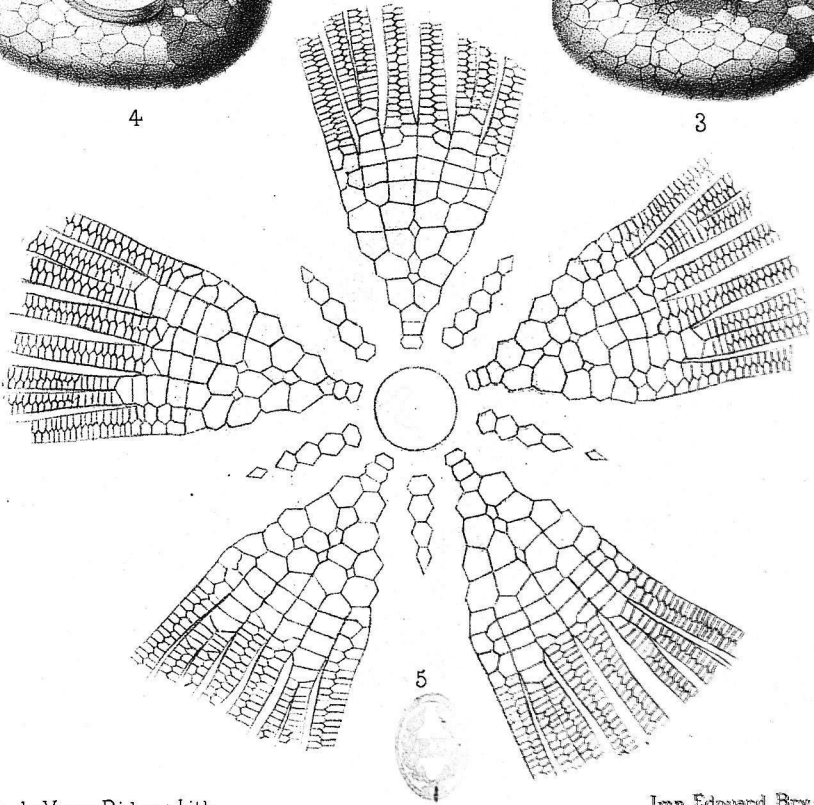
2



4



3

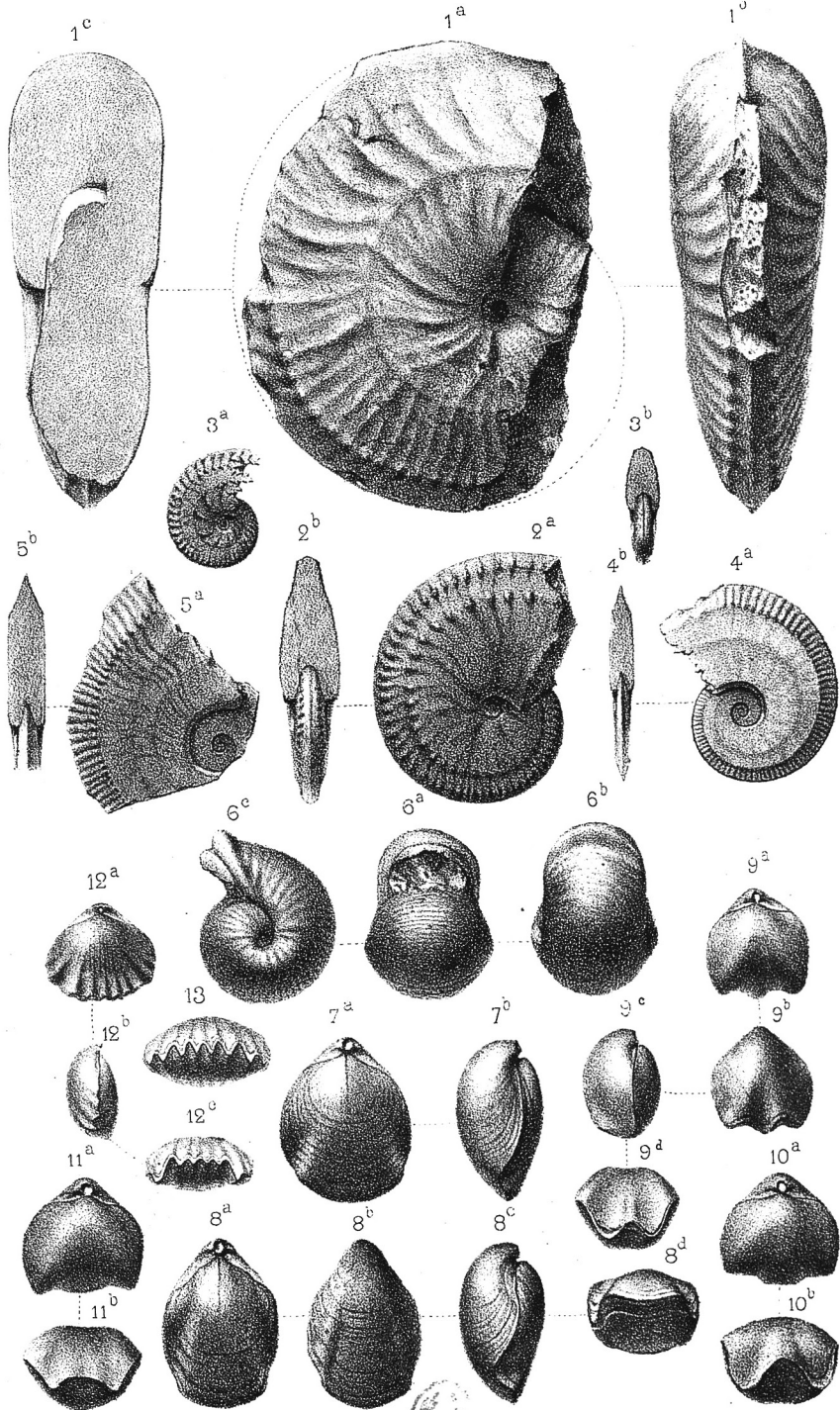


5

A. de Vaux Bidon - Lith.

Imp. Edouard Bry - Paris

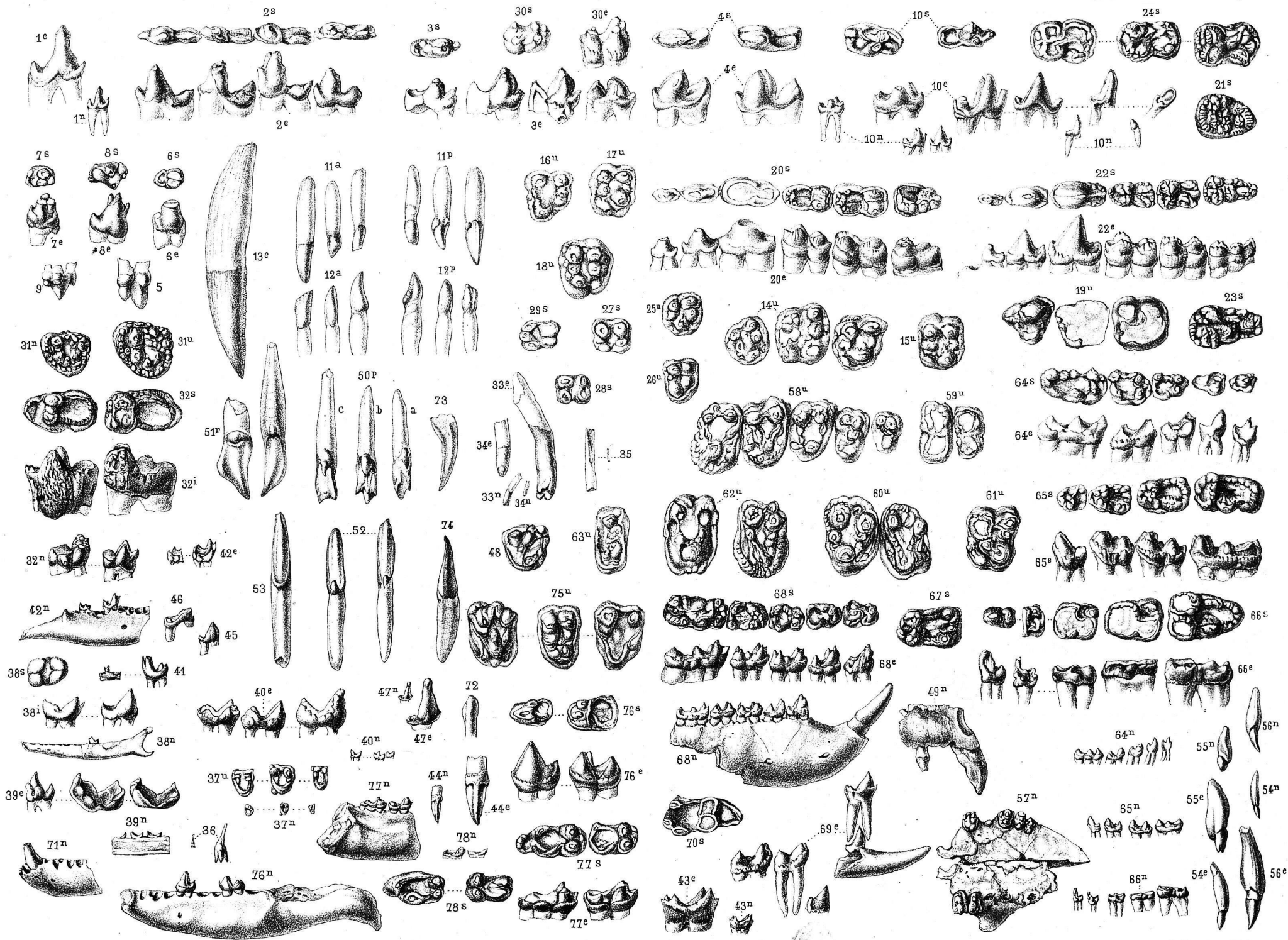
Spyridiocrinus Cheuxi. - Ehvert.



L. Sohier ad. nat. del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris

Callovien de l'Ouest de la France.

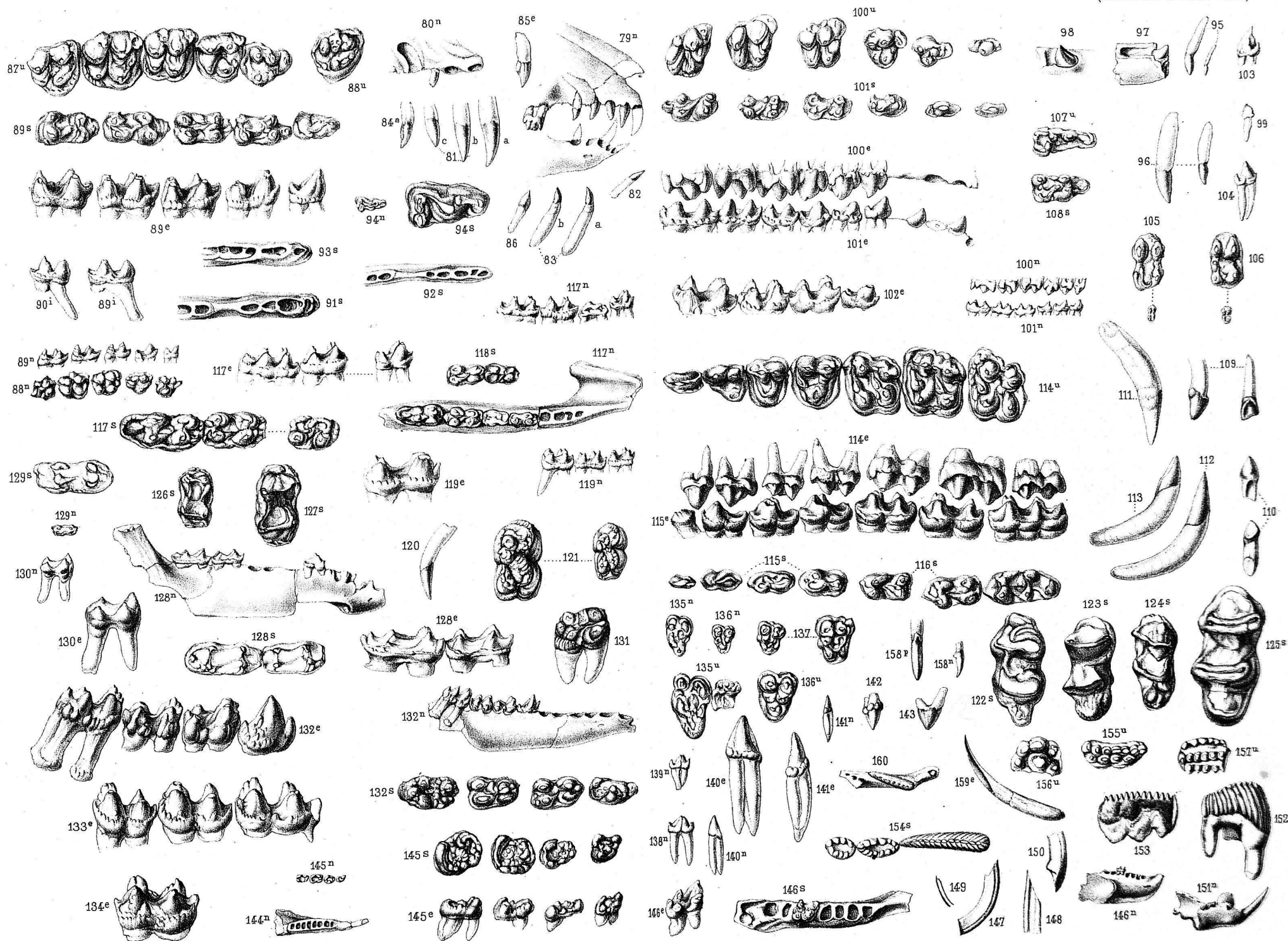


D^r Lemoine del.

Imp. Edouard Bry, Paris.

A. Leuba lith.

Mammifères fossiles des environs de Reims.



D^r Lemoine del.

Imp. Edouard Bry, Paris.

A. Leuba lith.

Mammifères fossiles des environs de Reims.

Fig. 1 — Profil en travers du djebel Tseldja.

Echelle de $\frac{1}{45.000}$ hauteurs doublées.

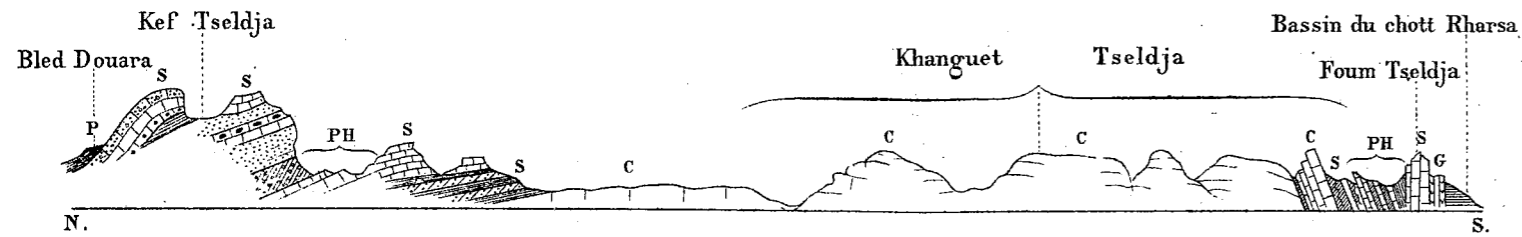


Fig. 2 — Coupe en travers de la chaîne occidentale de Gafsa, près de la frontière algérienne.

Echelle au $\frac{1}{50.000}$

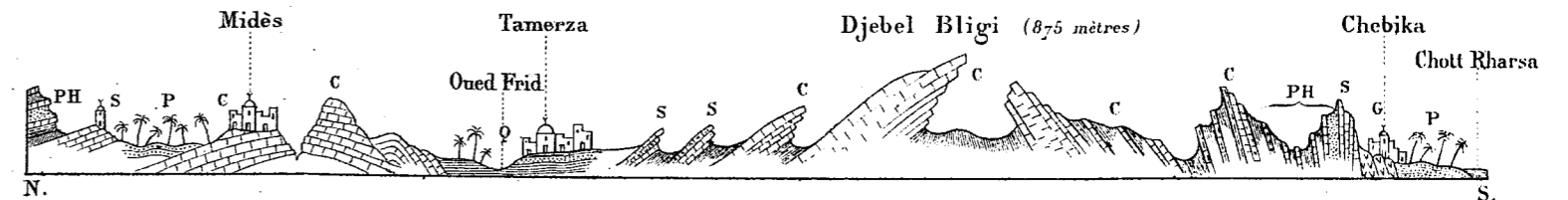


Fig. 3 — Coupe du Foun Tseldja (bouche de l'oued Tseldja).

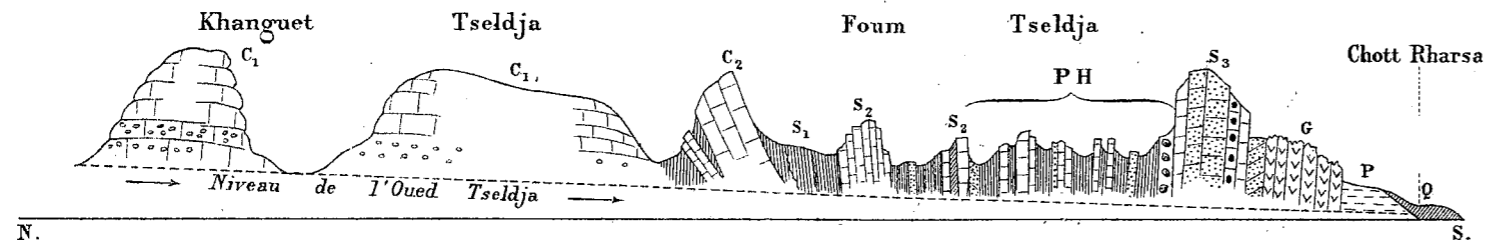


Fig. 4 — Coupe du Kef Tseldja et de l'entrée nord du Khanguet (rive gauche).

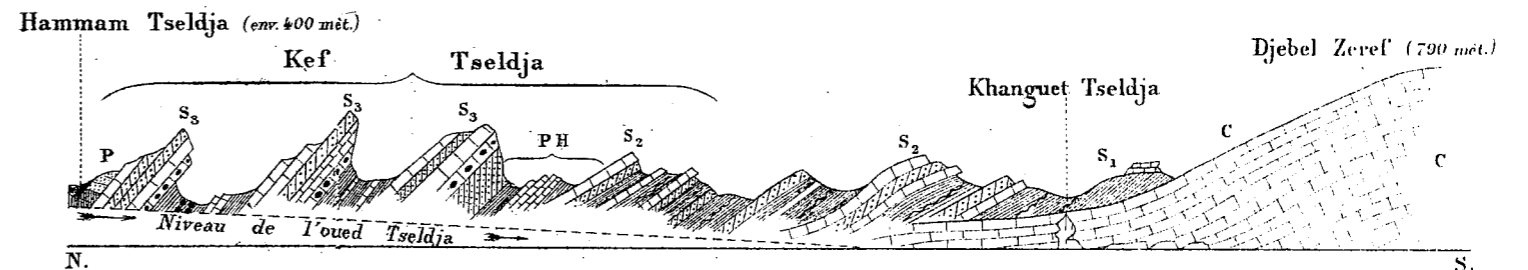


Fig. 5 — Coupe transversale du versant occidental de la chaîne du Nasser-Allah.

Djebel Nasser-Allah ou Cherain (Altitude = environ 400 mèt.).

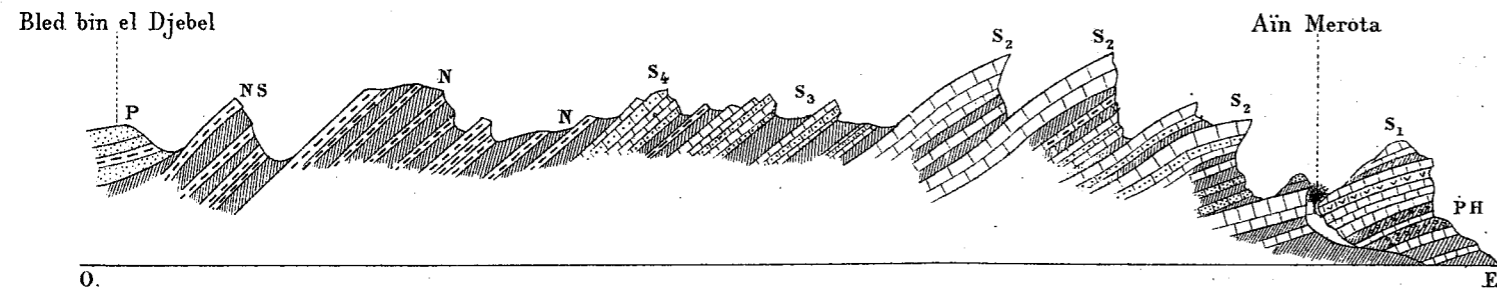
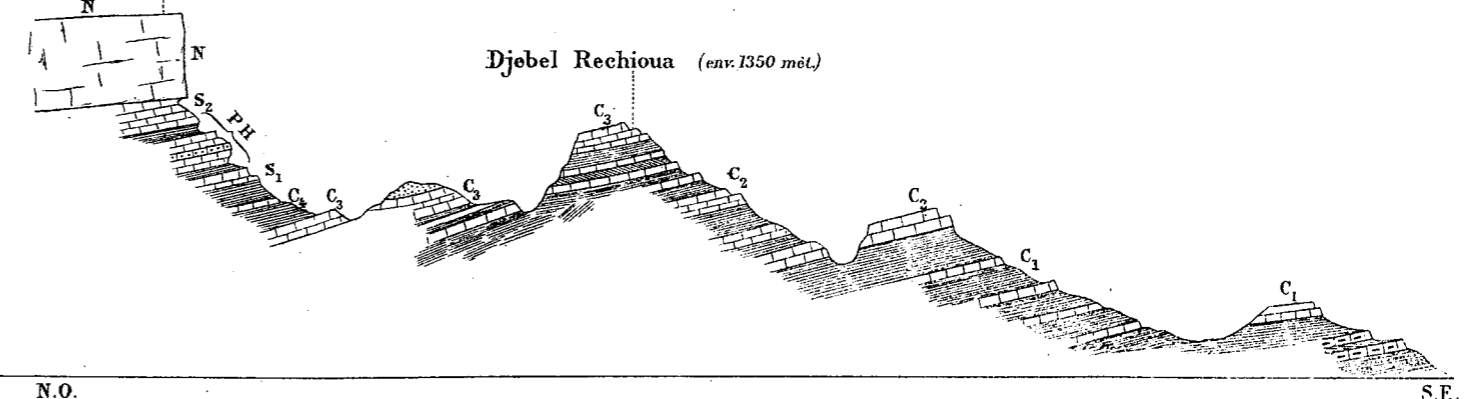


Fig. 6 — Coupe prise au sud-est du djebel Guelaat-es-Snam.

Guelaat-es-Snam (1452 mèt.)

Djebel Rechioua (env. 1350 mèt.)

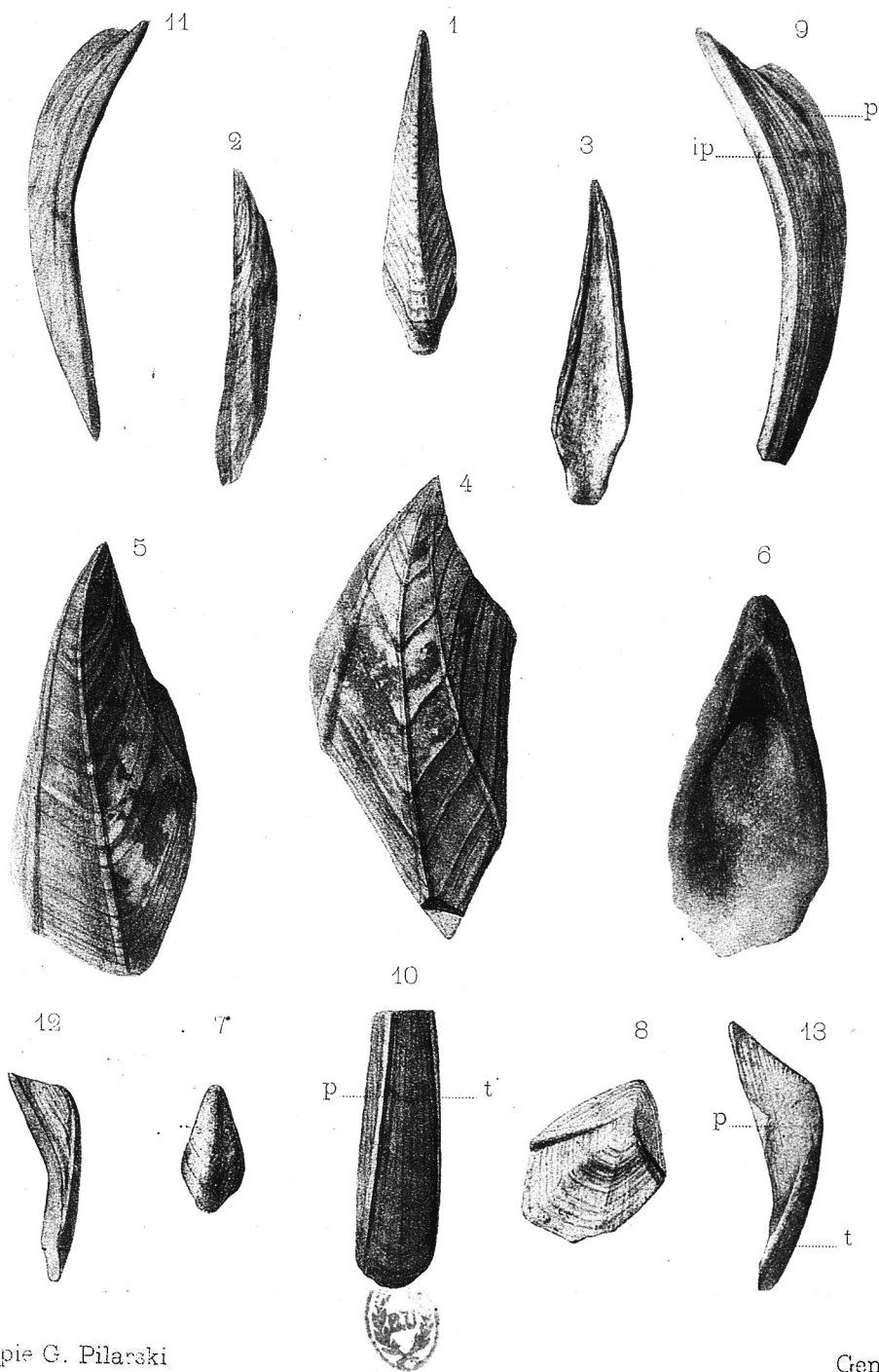


Gravé chez L. Wichser, r. de l'Abbé de l'Épée, 4.

Note de M. L. Bertrand

Bull. Soc. Géol. de France

Serie T. XIX Pl. XIII
(Séance du 25 Mai 1891)



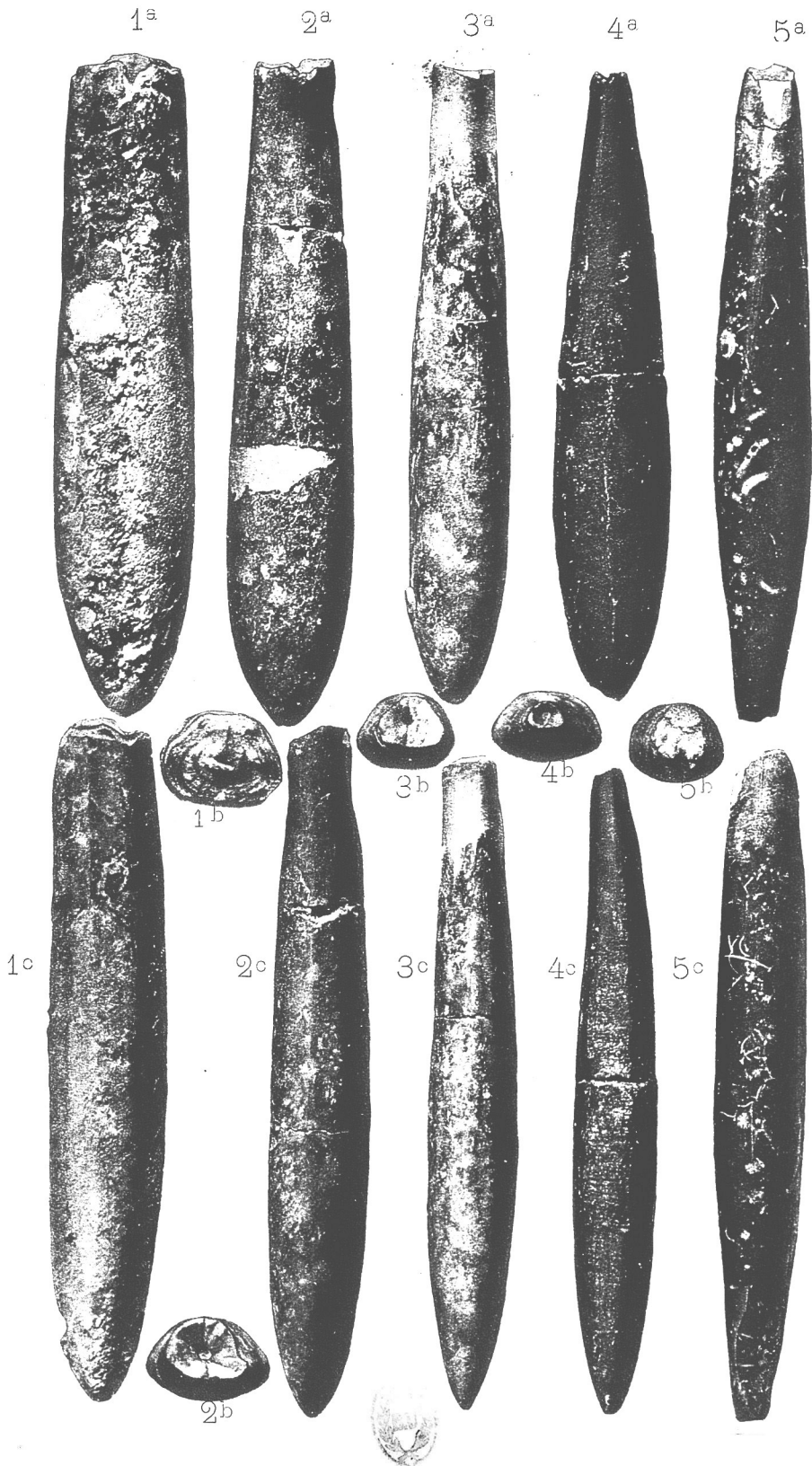
Héliotypie G. Pilarski

Gentilly

Note de M. Ch. Janet

Bull. Soc. Géol. de France

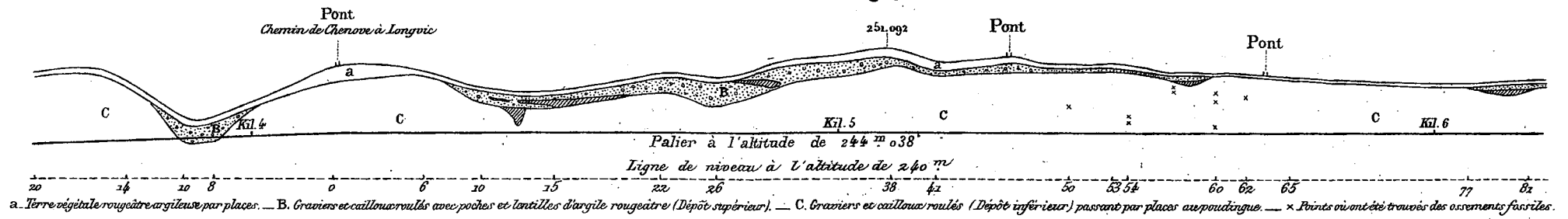
3^e Série T. XIX Pl. XIV
(Séance du 8 Juin 1891)



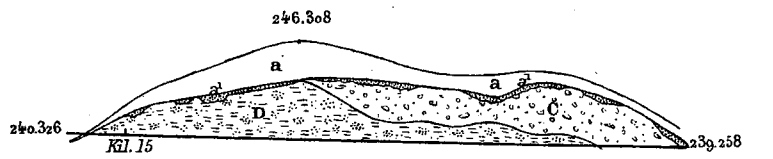
Hélotypie G. Pilarski

Sohier

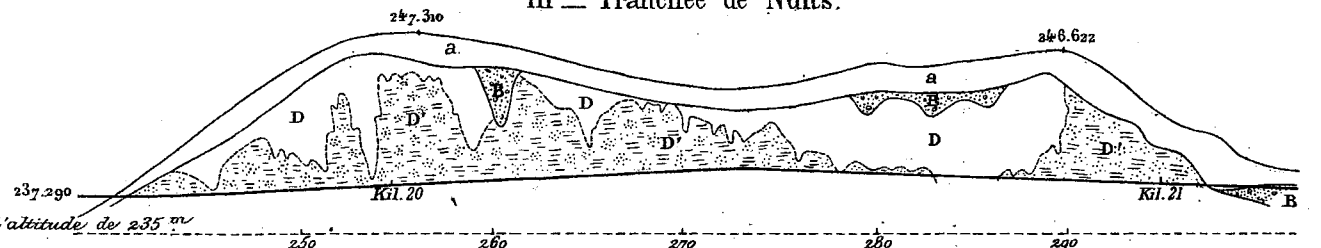
I — Tranchée de Perrigny.



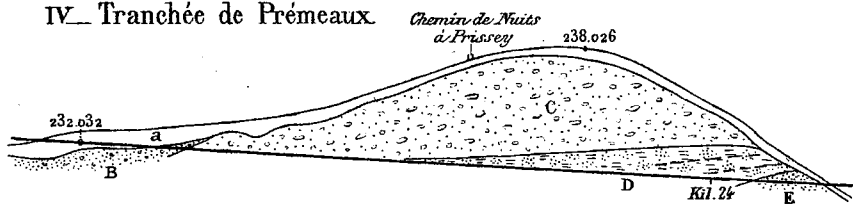
II — Tranchée de Morey.



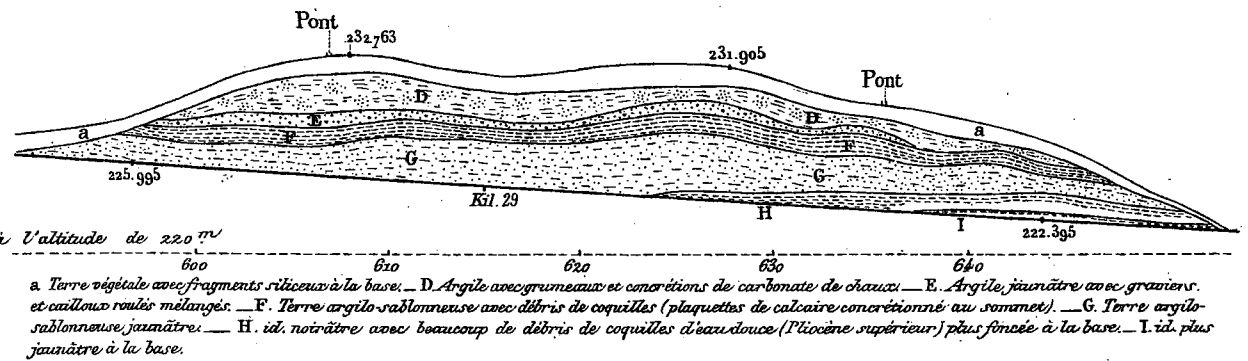
III — Tranchée de Nuits.



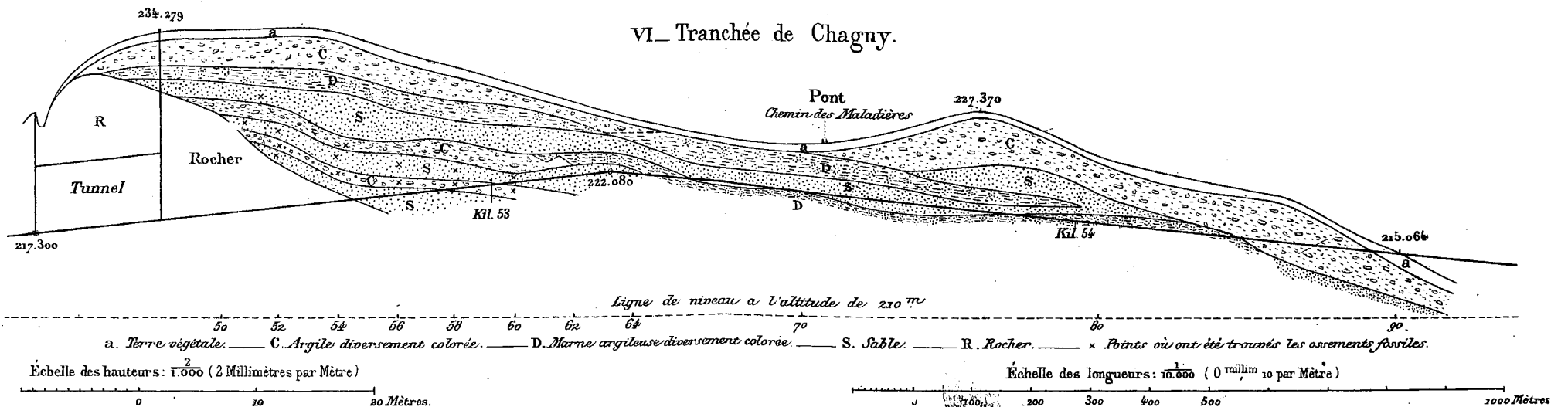
IV — Tranchée de Prémieux.



V — Tranchée de Corgoloin.



VI — Tranchée de Chagny.

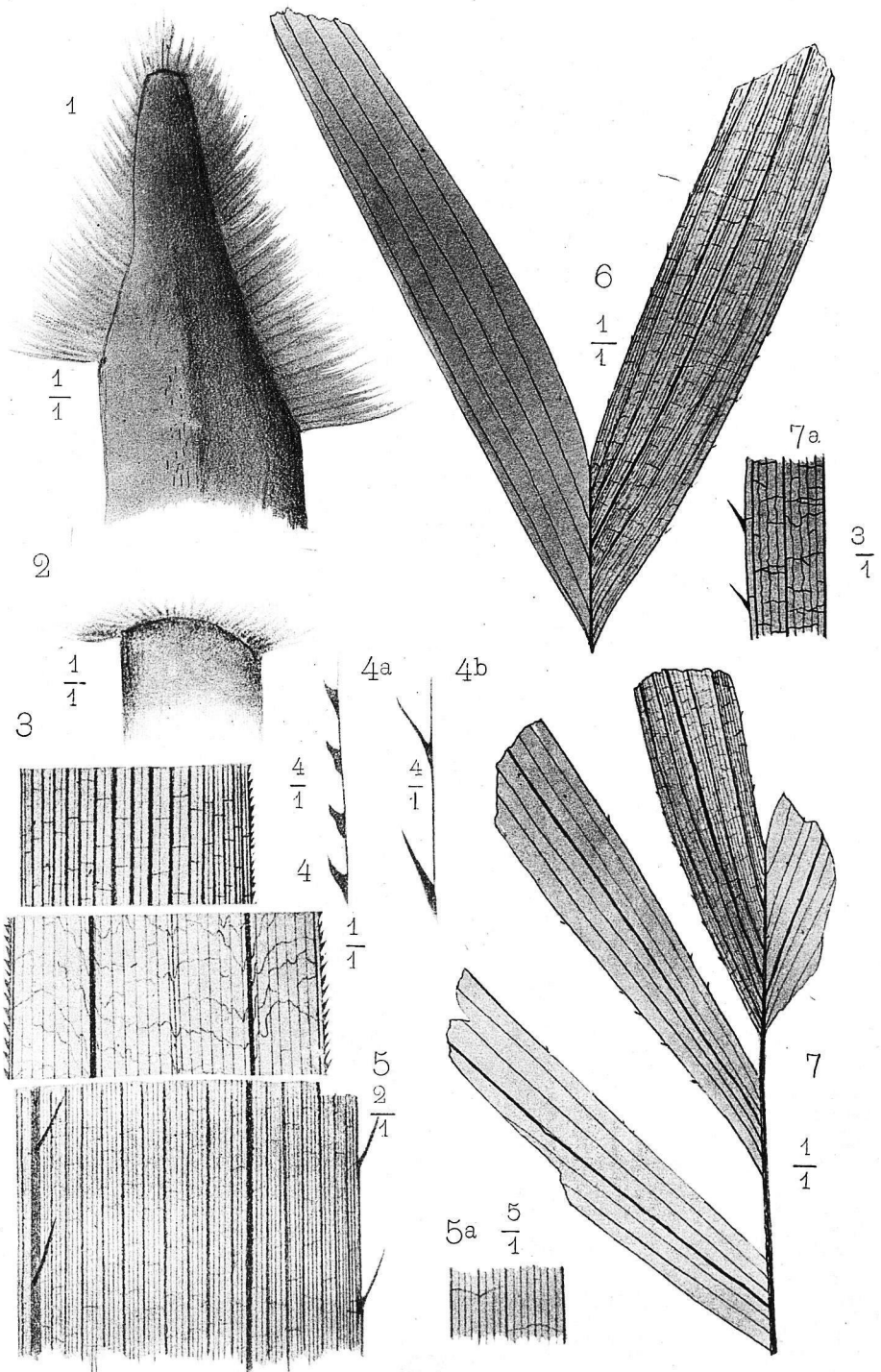


Note de M. Squinabol

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Série T. XIX Pl. XVI

(Réance du 22 Juin 1891)



1, 2. - *Flabellaria mediterranea* n. sp. — 3. - *Cyperus Zeilleri* n. sp.
 4. - *Pandanus Ettinghauseni* n. sp. — 5. - *Isselia primæva* n. sp.
 6-8. *Calamus Beccarii* n. sp.

Héliotypie G. Pilarski

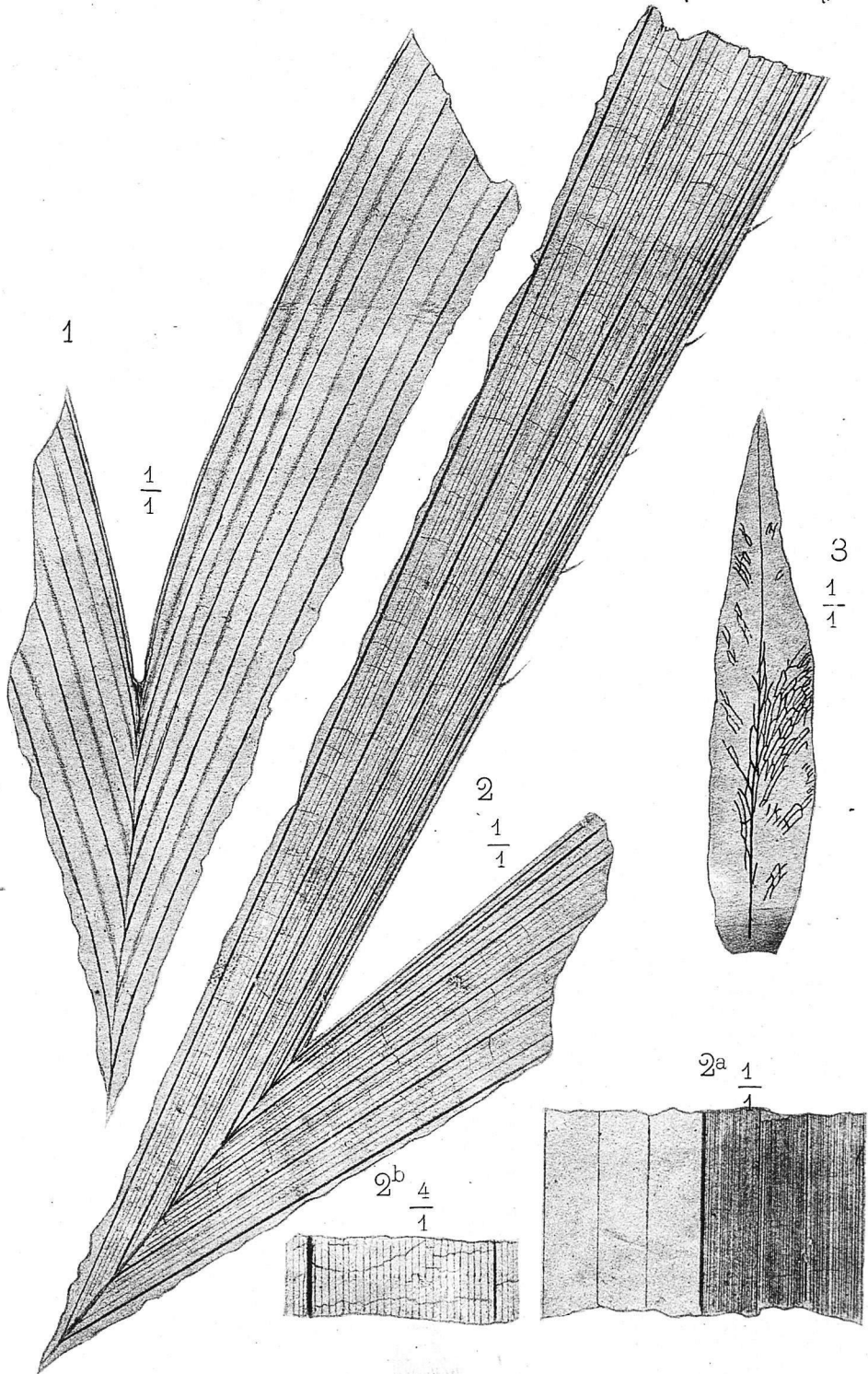
Gentilly

Note de M. Squinabol

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Série T. XIX Pl. XVII

(Séance du 22 Juin 1891)



1. - *Géonoma italica*, n. sp. — 2. - *Perrandea protogaea*, n. sp.
3. - *Chrysodium strictum*, n. sp.

Héliotypie G. Pilarski

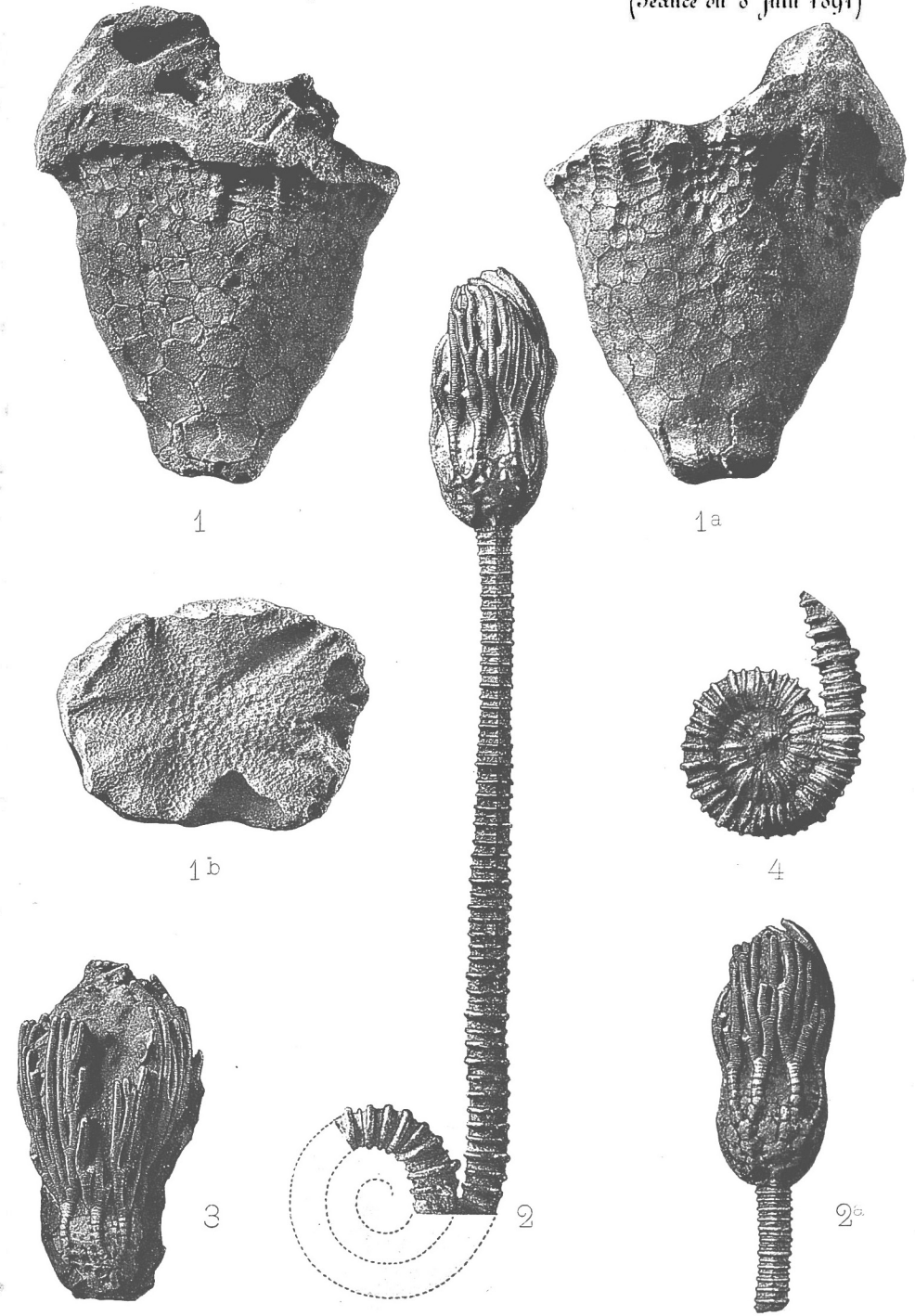
Gentilly

Note de M. D.-S. Ehlert

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Série T. XIX Pl. XVIII

(Séance du 8 Juin 1891)

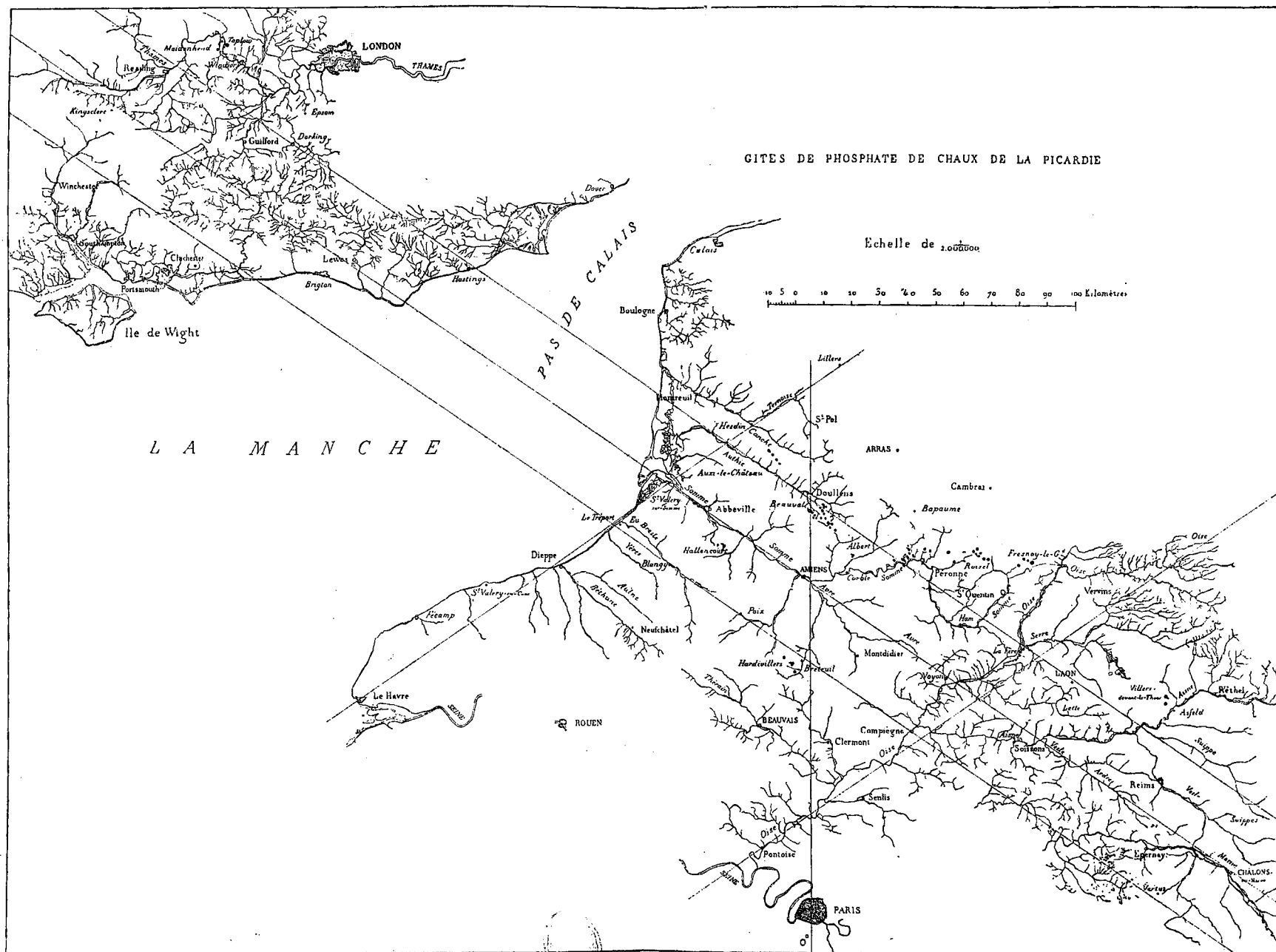


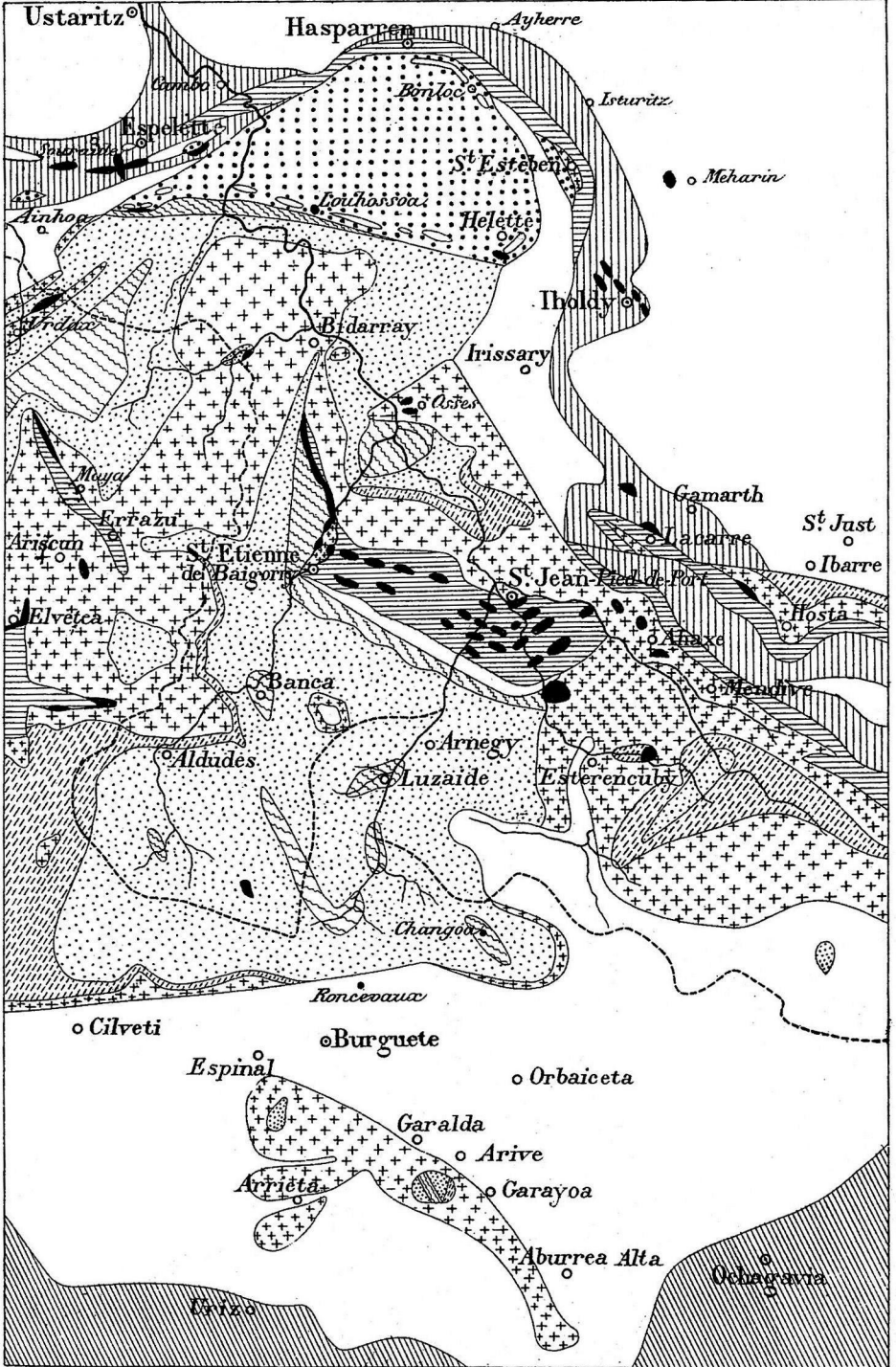
1. — *Ctenocrinus* sp.

2 à 4 — *Diamenocrinus Jouani*, Ehl.

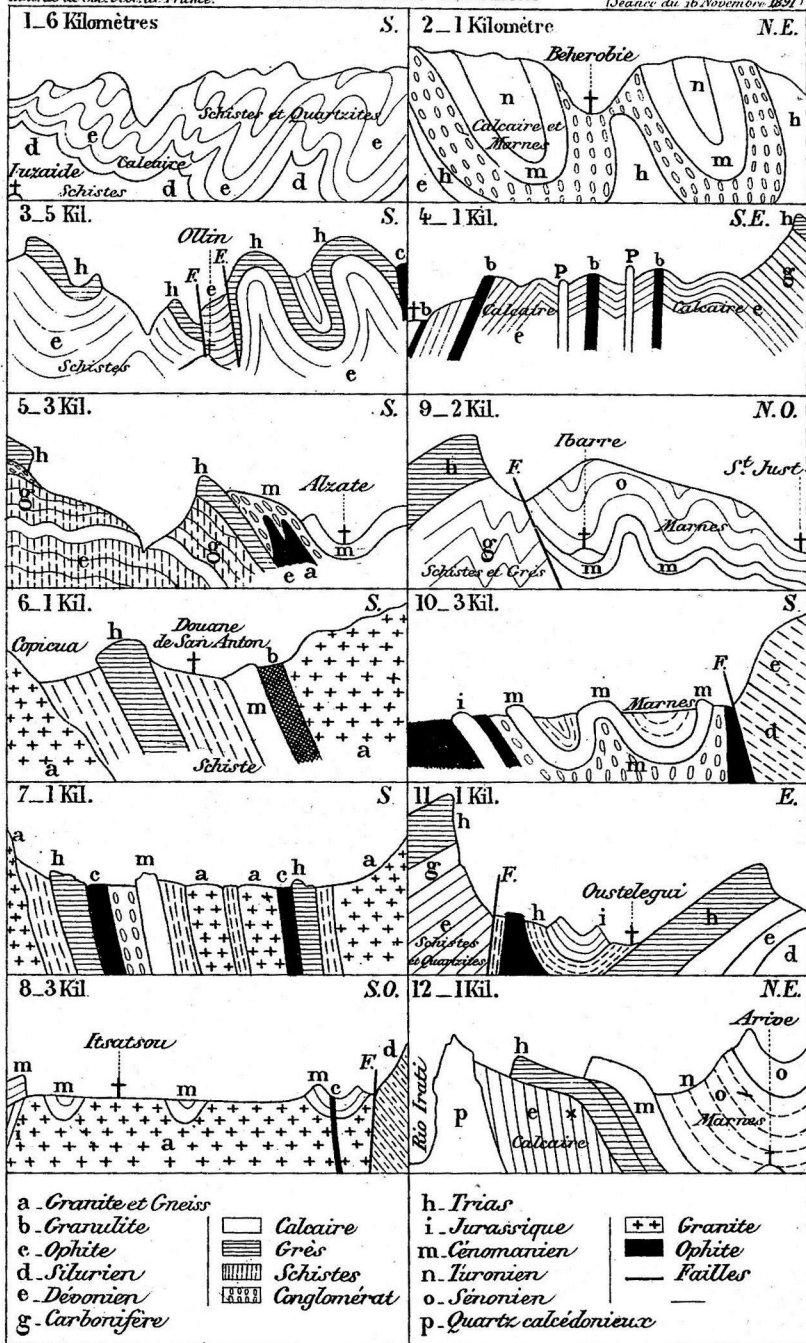
Héliotypie G. Pilarski

Sohier correx.

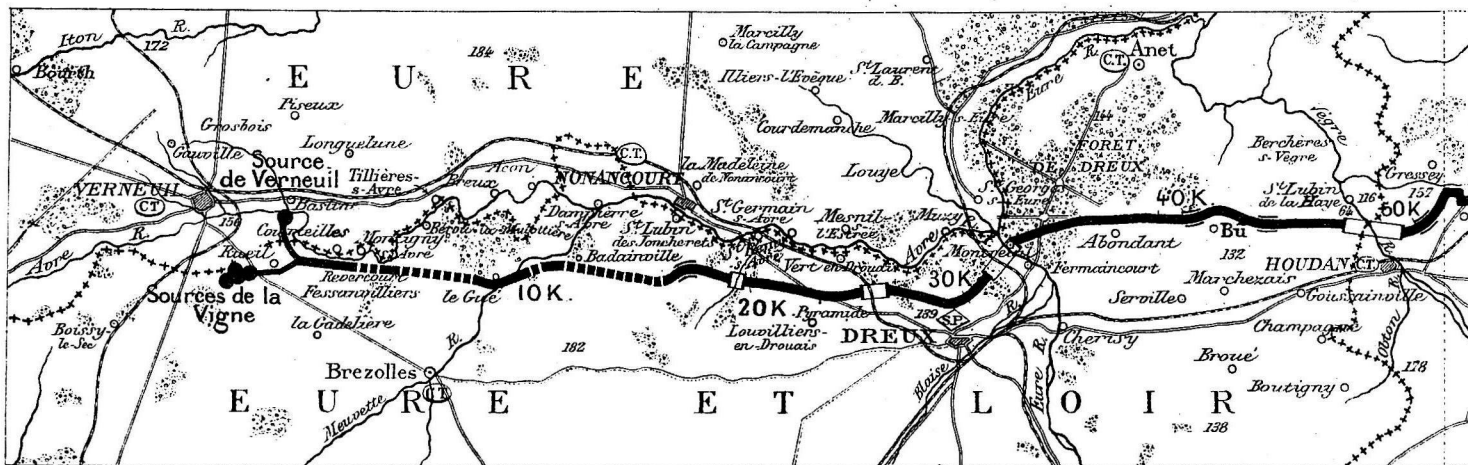
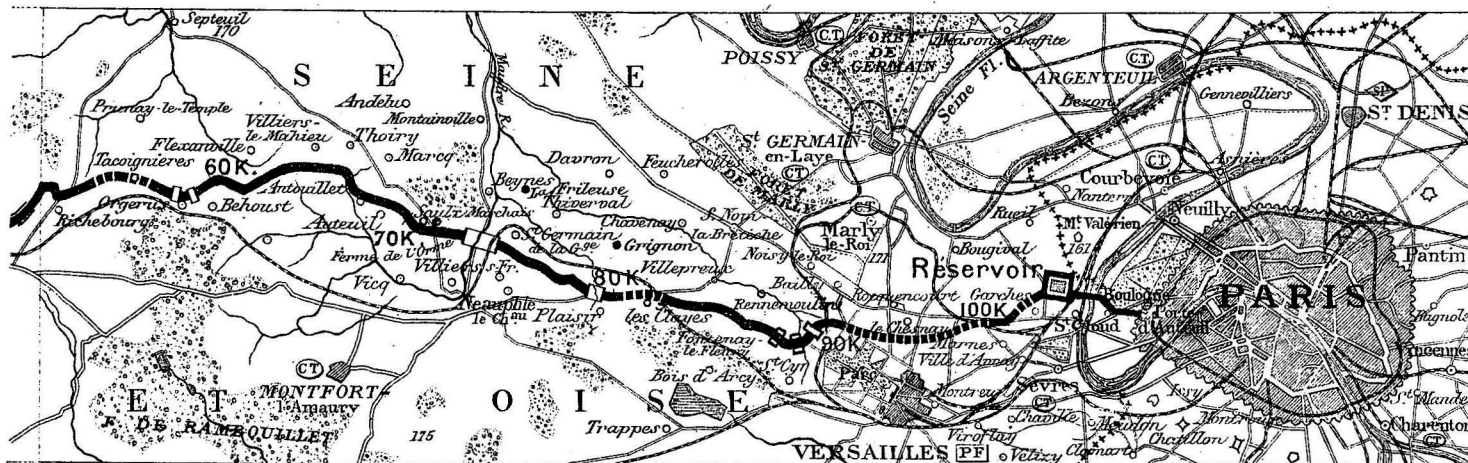




Echelle : 320.000



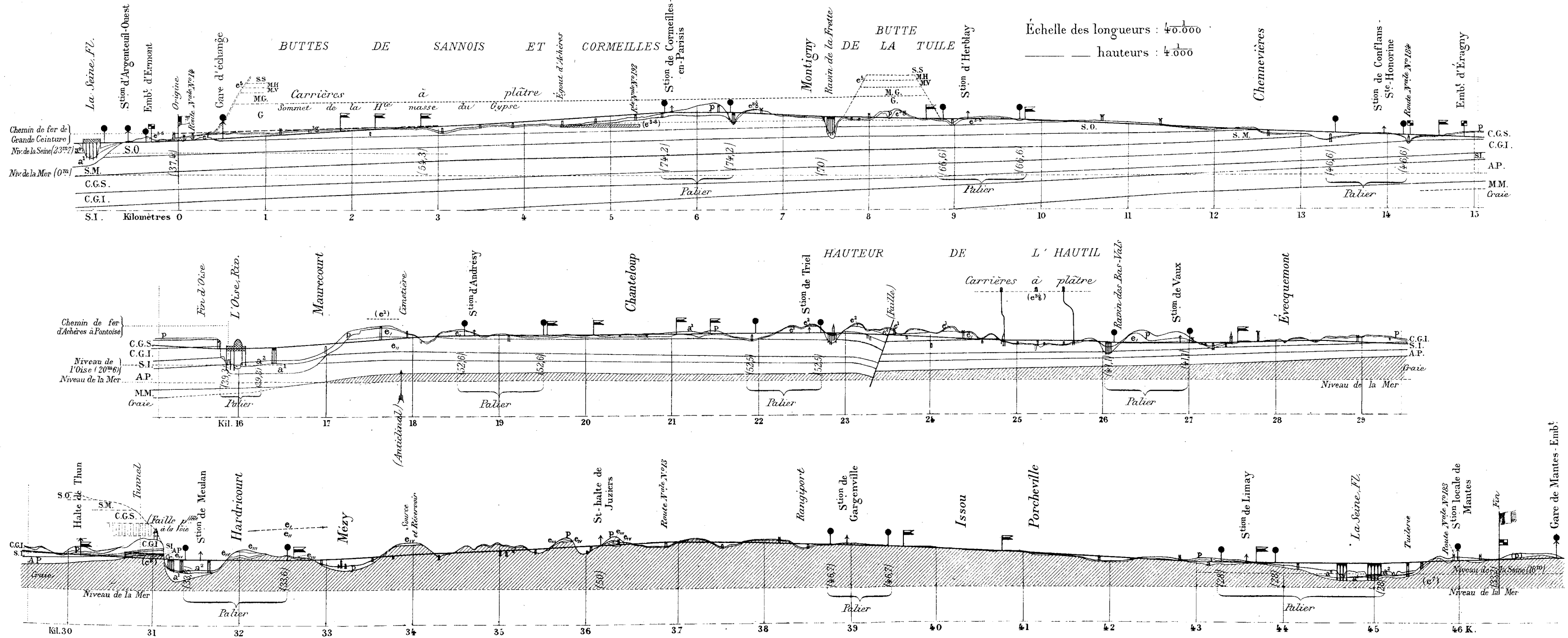
CARTE DU TRACÉ DE LA DÉRIVATION DES SOURCES DE LA VALLÉE D'AVRE. Échelle de 1/320.000^e.



Gravé chez L. Wihner

Aqueduc en tranchée... en souterrain... en relief ou sur arcades... ; Siphons...

PROFIL GÉOLOGIQUE DU CHEMIN DE FER DE MANTES À ARGENTEUIL, par G. RAMOND et G. DOLLFUS. 1891



Échelle des longueurs : 1/40.000
_____ hauteurs : 1/4.000

SIGNES CONVENTIONNELS

- Limites et Bâtimens des Gares et Stations.
- Passages à Niveau et P.N.-Haltes.
- Aiguilles de Bifurcation.

- P** Dépôts de pente; timons.
- a¹a²** Alluvions anciennes (a¹) et modernes (a²).
- S.S.** Sables supérieurs dits "de Fontainebleau" (m₁).
- M.H.** Marnes à huîtres et Molasse marine (m₁₁).

- C.Br.** Meulière et Calcaire de Brie. (e⁵).
- M.V.** Marnes vertes. (e⁴).
- M.G.** Marnes suprà-gypseuses. (e^{3m}).
- G** Marnes du Gypse. (e^{3s}).
- G.I.G.** Grès infra-gypseux. (e^{3s}).

LÉGENDE GÉOLOGIQUE

- S.O.** Formation dite de "Saint-Ouen" (lacustre et saumâtre) (e²).
- S.M.** Sables moyens (Horizons de Beauchamp et d'Auvers). (e¹).
- C.G.S.** Caillasse, Calcaire grossier supérieur. (e₁).
- C.G.I.** Calcaire grossier moyen et inférieur. (e₁).
- S.I.** Sables du Soissonnais (Sables inférieurs) (e₁₁).
- A.P.** Argile plastique et niveaux à Grynes. (e_{1v}).
- M.M.** Marnes blanches dites "de Moudon" (e_v).
- Craie "de Moudon". (e⁸)
- Craie à Micraster. (e⁷)

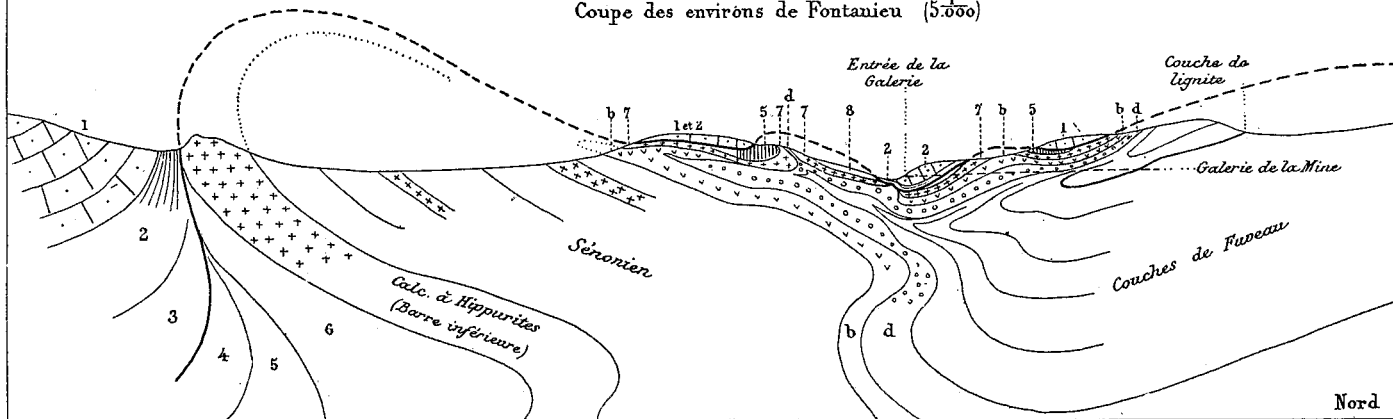
(45) Cote d'altitude de la Voie.
Gravé chez L. Wübrer, r. de l'Abbé de l'Épée, 4

LÉGENDE DE LA PLANCHE XXIV

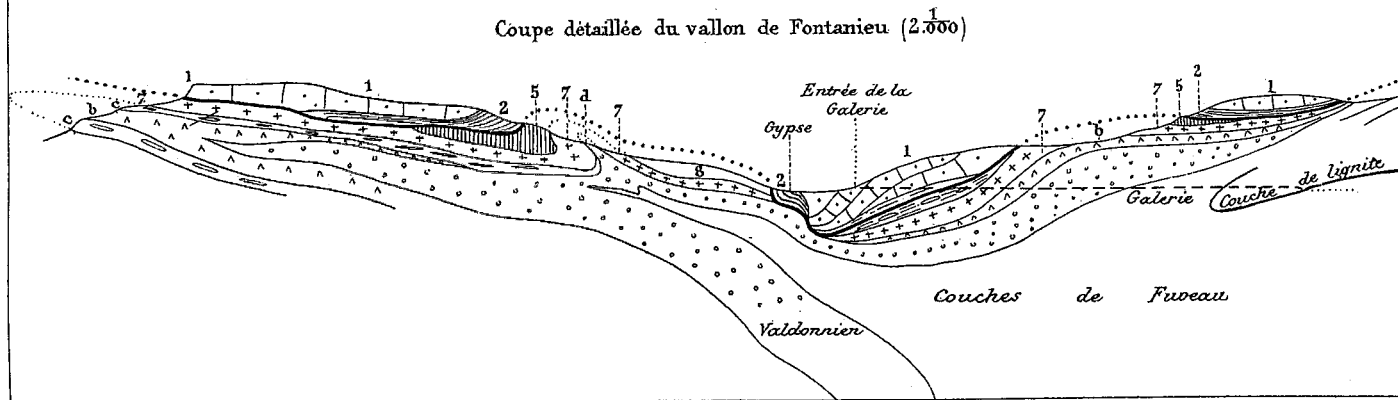
(Fig. 1 et 2)

- 1 — Muschelkalk.
 - 2 — Marnes irisées.
 - 3 — Lias.
 - 4 — Jurassique supérieur.
 - 5 — Urgonien.
 - 6 — Cénomaniens et Turonien.
 - 7 — Calcaire à Hippurites (tous les niveaux à Hippurites sont indiqués par des croix).
 - 8 — Calcaires gréseux (Sénonien).
-
- c* — Couches à *Ostrea acutirostris*.
- b* — Couches à Turritelles.
- d* — Couches saumâtres à *Melanopsis* (Valdonnien).

Coupe des environs de Fontanieu (5.1/000)



Coupe détaillée du vallon de Fontanieu (2.1/000)

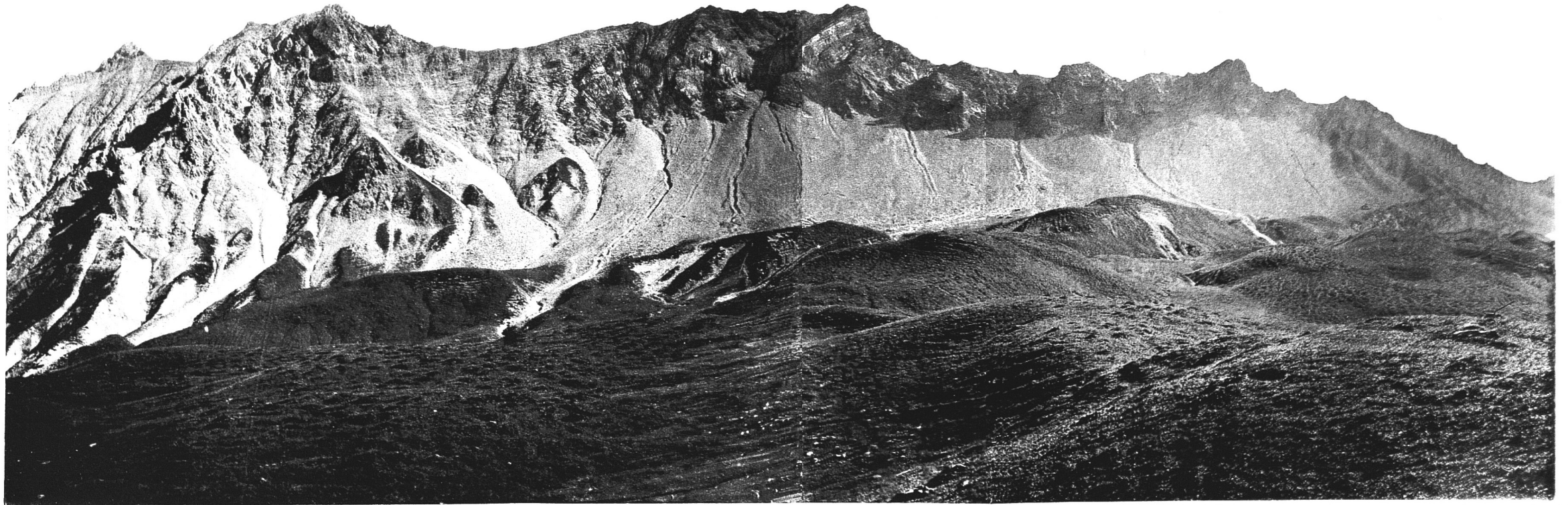




Procédé G. Pilarski, A. Murat et C^{ie}.



Coupe naturelle prise perpendiculairement à la précédente.



Procédé G. Pilarski, A. Murat et C^{ie}

P. Lory, Phot.

Panorama de la Grande Moënda (Savoie)

permettant de voir les plis qui la constituent.

LÉGENDE DE LA PLANCHE XXVII

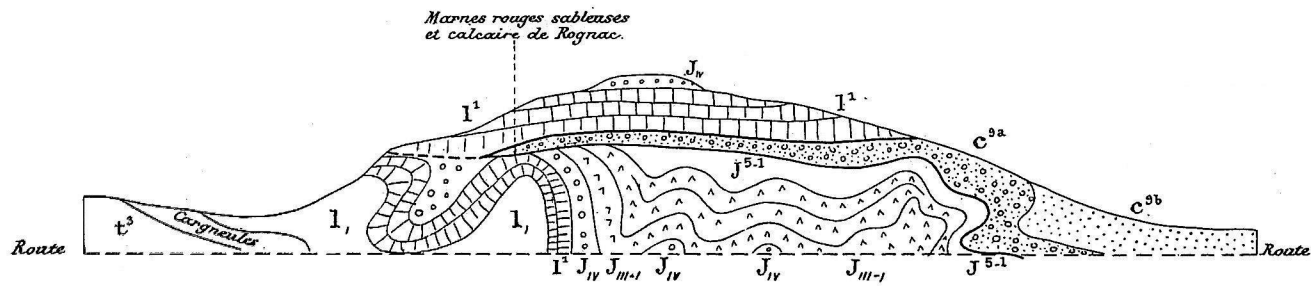
1^{re} coupe (Côté ouest de la vallée)

- l^3 — Marnes irisées.
- l_1 — Couches à *Avicula contorta*.
- l^1 — Dolomies infraliasiques.
- J_{IV} — Bajocien (calcaires à silex).
- J_{III-1} — Bathonien.
- J^3-1 — Dolomies jurassiques.
- c^{9a} — Brèche de la base du Crétacé.
- c^{9b} — Sables rouges avec bancs calcaires intercalés (calcaire de Rognac).

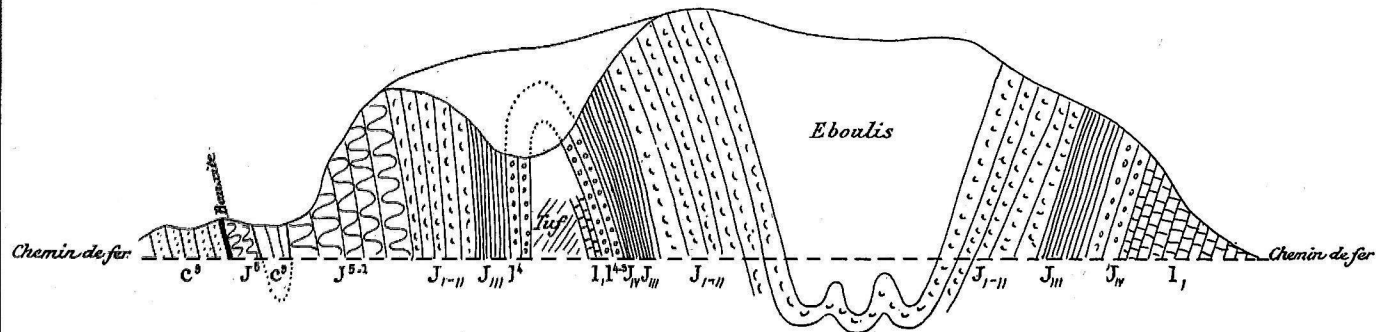
2^e coupe (Côté est de la vallée)



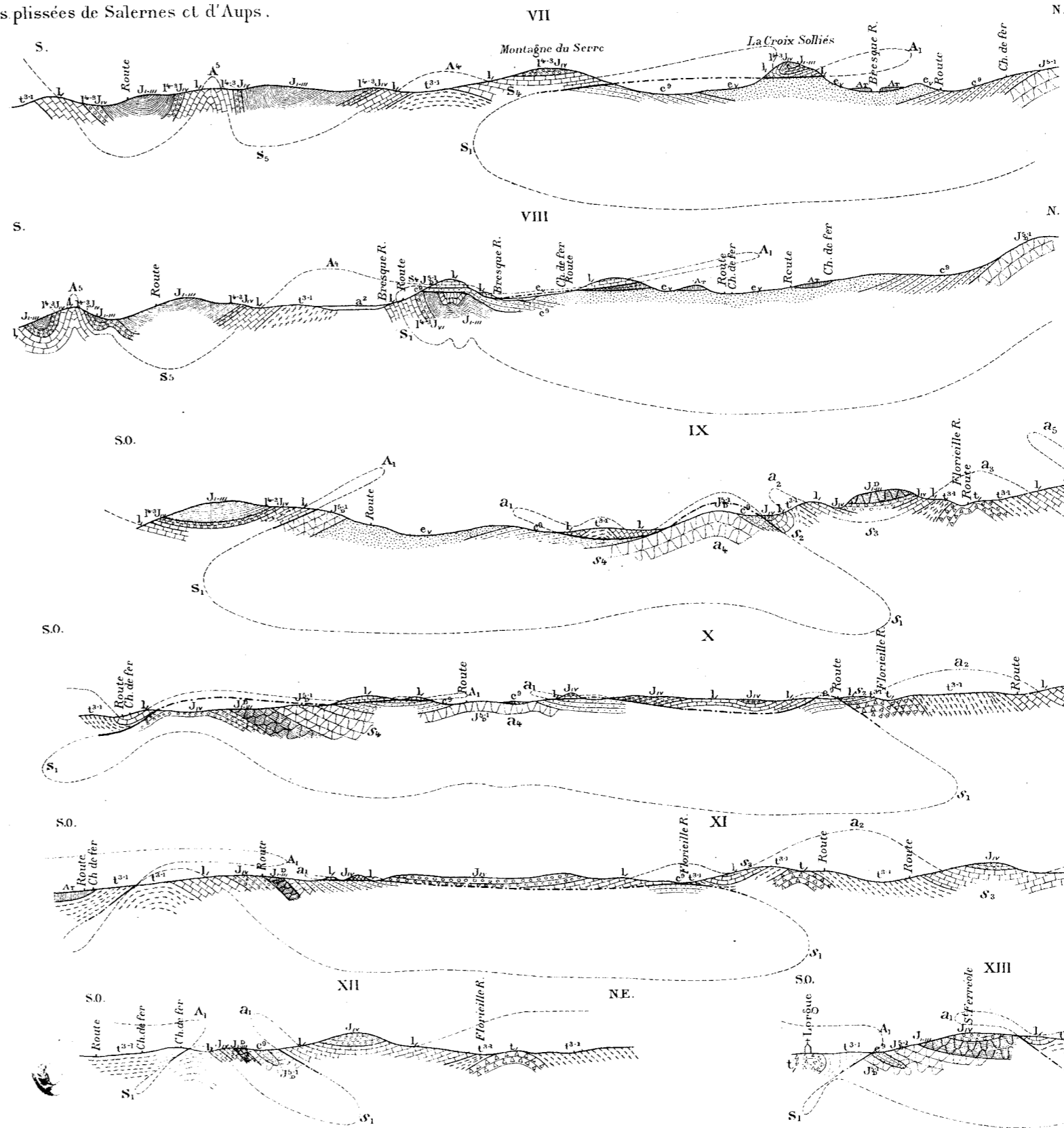
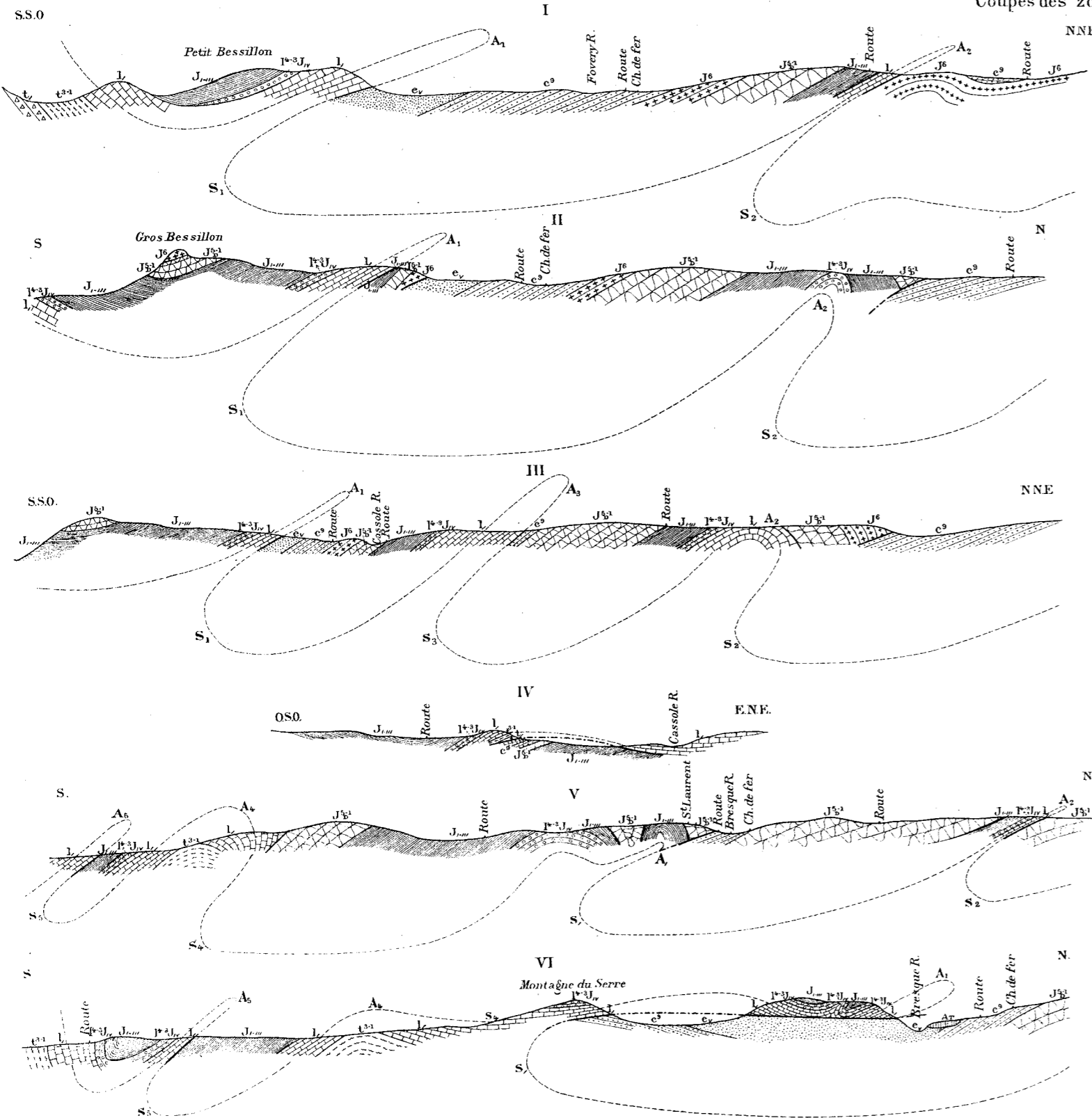
- l_1 — Infralias.
- l^{4-3} et j_{IV} — Calcaire à silex. — (L'attribution d'une partie des calcaires à silex au Lias est douteuse).
- j_{III} — Calcaire marneux (Bathonien inférieur).
- j_{II-1} — Calcaires bathoniens.
- j^3-1 — Dolomies jurassiques.
- c^9 — Crétacé.



Coupe dans le défilé de la Bouissière (Côté Est)



NOTE DE M^r PH. ZÜRCHER.
Coupes des zones plissées de Salernes et d'Aups.



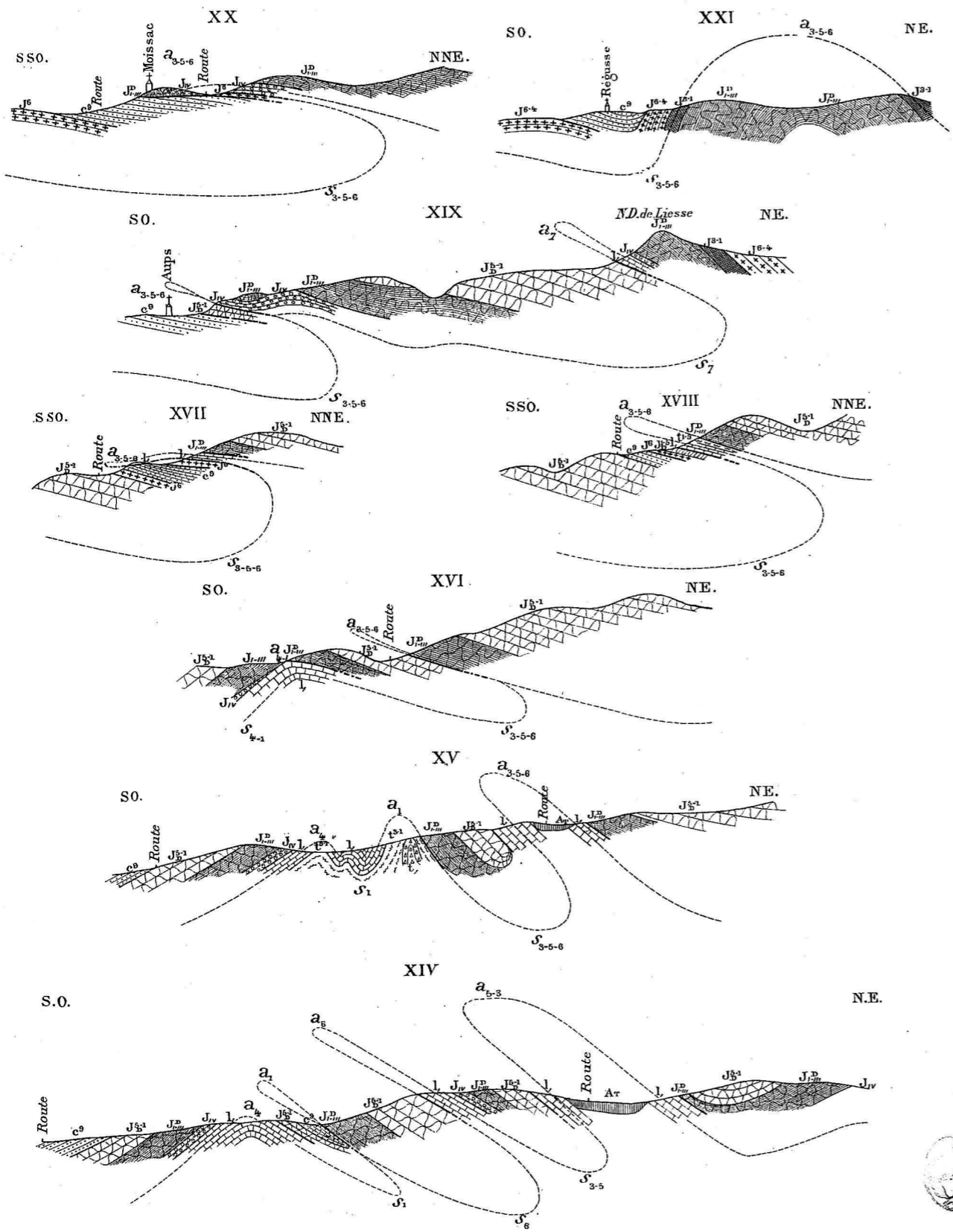
Légende des coupes
Echelle 1:50,000

	Alluvions
	Tyff
	Grès et argiles de l'horizon de Fitrolles
	Calcaires, grès et argiles de l'horizon de Rognac
	Calcaires blancs
	Dolomies
	Bathonien dolomitique
	Bathonien
	Lias et Bajocien
	Lufrales
	Marnes irisées et Cavignoles
	Muschelkalk

Lignes ditivement. Ligne axiale représentant l'Ufralvus

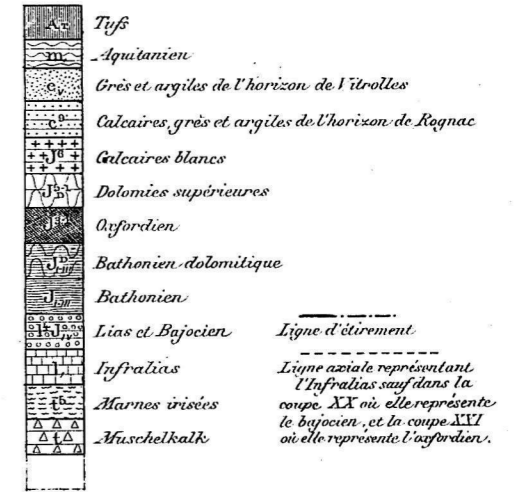
Gravé chez L. Wührer, r. de l'Abbé de l'Épée, 4

Coupes des zones plissées de Salernes et d'Aups



Légende des coupes

Echelle 1/40.000



Légende des Fig. 1 et 2

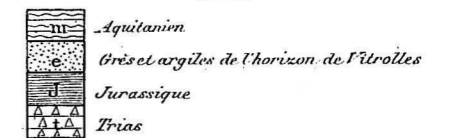


Fig. 1. Coupe schématique de la Vallée de Barjols à la fin de la période oligocène.

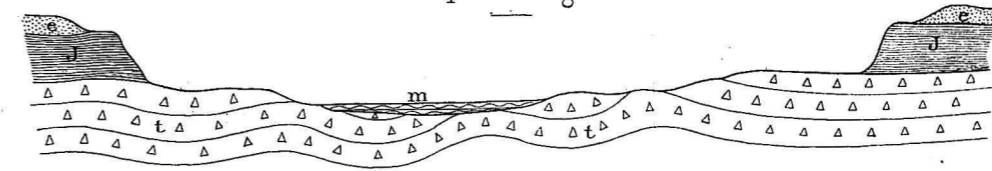
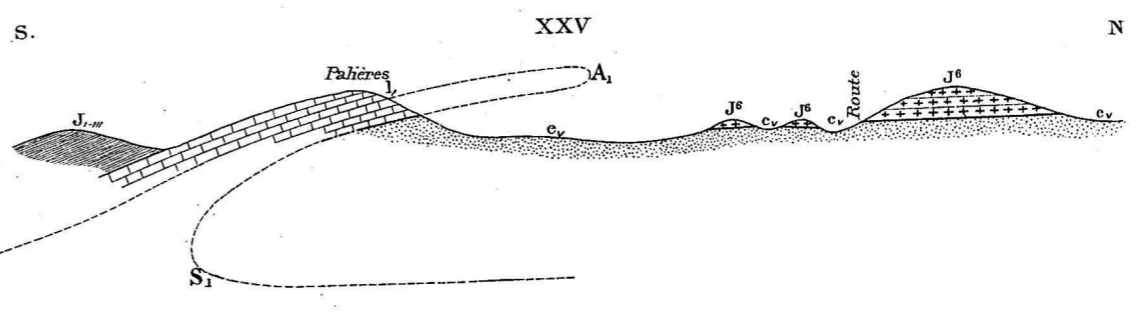
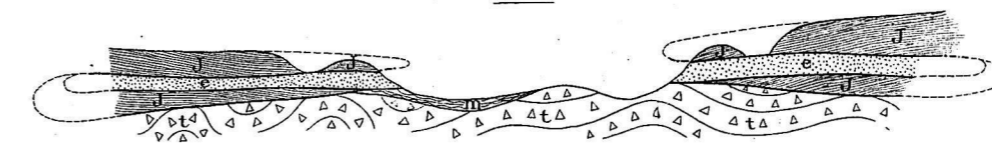


Fig. 2. Coupe schématique de la Vallée de Barjols après les mouvements post-oligocènes



Grand chez L. Wühroy, r. de l'Abbé de L'Espée, 4