

Bulletin
DE LA
SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Come Vingt-troisième. Deuxième série.



1865 A 1866.



090 022757 5

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
RUE DE FLEURUS, 39.

1866

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Séance du 6 novembre 1865.

PRÉSIDENTE DE M. GRUNER.

M. le Président annonce quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, juin à octobre 1865.

De la part du Comité de la paléontologie française, *Terrain jurassique*, 8^e livrais. — *Zoophytes*, par MM. de Fromentel et de Ferry, texte, f. 4 à 6; atlas, pl. 13 à 24, Paris, 1865; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. J. Barrande, *Système silurien du centre de la Bohême*, 1^{re} partie : *Recherches paléontologiques*, vol. 11. — *Céphalopodes*. — 1^{er} série : *Planches 1 à 107*, in-4, Prague, 1365; à Paris, chez l'auteur, rue Mézières, 6,

De la part de M. Boucher de Perthes, *Antiquités celtiques et antédiluviennes*, in-8, t. III, 681 p., pl. IV à XII, Paris, 1864; chez Derache.

De la part de M. l'abbé Bourgeois, *Note sur le diluvium de Vendôme*, in-8, 7 p. (extr. du *Bulletin de la Société archéologique du Vendomois*, séance du 13 juillet 1865).

De la part de MM. Bourgeois et Delaunay, *Notice sur la grotte de la Chaise (Charente)*, in-8, 7 p., 1 pl.; Paris, 1865; chez Didier, et comp.

De la part de M. F. Cailliaud, *Catalogue des radiaires, des annélides, des cirrhipèdes et des mollusques marins, terrestres et fluviatiles recueillis dans le département de la Loire-Inférieure*, in-8, 333 p., 4 pl. Nantes, 1865, chez V^e Mellinet.

De la part de M. J. J. Collenot, *De la brèche osseuse de la*

montagne de Genay, près Semur (Côte-d'Or), in-8, 116 p., 1 pl. de coupes, Semur, 1865; chez Verdot.

De la part de M. Th. Davidson, *A monograph of british devonian brachiopoda*, part. VI — 2th portion, in-4, Londres, 1865.

De la part de MM. Delesse et Laugel, *Revue de géologie pour les années 1862 et 1863*, in-4, 412 p. Paris, 1865; chez Dunod.

De la part de M. Ed. Dufour, *Notice biographique sur M. le baron Bertrand-Geslin*, in-8, 30 p. Nantes, 1865; chez Ev. Mangin.

De la part de M. le docteur F. Garrigou, *Études sur les crânes de la caverne de Lombrives*, in-8, 16 p., Paris, 1865; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. G. G. Gemmellaro, 1^o *Nerinee della giaca dei dintorni di Palermo*, in-4, 35 p., 4 pl. Palerme, 1865; chez Fr. Lao.

2^o *Caprinellidi della zona superiore della giaca dei dintorni di Palermo*, in-4, 27 p., 4 pl. Palerme, 1865; chez Fr. Lao.

De la part de M. Albert Gaudry, *Remarques sur les Palaeotherium*, in-4, 6 p., 1 pl. (extr. des *Nouvelles archives du Muséum*), 1865.

De la part de M. Levallois, *Observations à propos du mémoire de M. Jules Martin, intitulé : Zone à Avicula contorta ou Étage Rhætien. — État de la question*, in-8, 23 p. Paris, 1865; chez F. Savy.

De la part de M. Jules Martin, *Zone à Avicula contorta ou Étage Rhætien. — État de la question*, in-8, 292 p., 3 pl., Paris, 1865; chez F. Savy.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, in-8, 5 liv., juin à octobre 1865; Paris, 1865, rue de Vaugirard, 35.

De la part de M. le Professeur G. Ponzi :

1^o *Il periodo glaciale e l'antichità dell'uomo*; in-4, 26 p. Rome, 1865.

2^o *Storia naturale dell'agro Pontino*; in-8, 23 p. Rome, 1865.

De la part de M. Aristides Rojas, *Fragmento de un estudio geologico sobre los terremotos y tremblores de tierra en Venezuela*; in-8, 27 p., Caracas, 20 mai 1865; imp° Bolivar.

De la part de M. B. Studer, *Zur Geologie der Berneralpen*, in-18, 27 p.....

De la part de M. J. A. J. Colbeau, *Matériaux pour la faune malacologique de la Belgique. — 1. Liste des mollusques terrestres et fluviatiles de la Belgique*, in-8, 14 p., 2 pl. Bruxelles. Décembre 1859.

De la part de M. W. de Fonvielle, *L'homme fossile*, in-8, 94 p. Paris, 1865; chez J. B. Baillière et fils.

De la part de M. Husson, *Ancienneté de l'homme dans les environs de Toul*, in-8, 7 p.; Toul, 1865; chez A. Bastien.

De la part de M. Édouard Merlieux, *A propos du Glyptodon clavipes du Muséum d'histoire naturelle de Paris*; in-8. Paris, 5 octobre 1865.

De la part de M. Eugène Robert :

1° *Recherches sur les Celtes*, in-8, 98 p., 1 pl., Paris, 1865; chez Étienne Giraud.

2° *Communications diverses faites à l'Académie des sciences sur la prétendue contemporanéité de l'homme et des grandes espèces éteintes de pachydermes (du 18 mai 1863 au 31 juillet 1865)*, in-4, 90 p., 1 pl.

De la part de M. A. Figari bey, *Studii scientifici sull'Egitto e sue adiacenze compresa la penisola dell'Arabia petrea*, in-8, 724 p., Lucca, 1865; chez G. Giusti.

De la part de M. B. Gastaldi, *Sulla riescavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai*; in-4, 28 p., 1 carte. Milan, 1865; chez G. Bernardoni.

De la part de M. J. Haast :

1° *Report on the geological exploration of the west Coast*; in-f°, 16 p. Christchurch; 1865, chez J. E. Fitzgerald.

2° *Report on the geological formation of the Timaru District, in reference to obtaining a supply of water*, in-f° 13 p., 1 pl. de coupes, Christchurch, 1865; chez J. E. Fitzgerald.

De la part de M. Fr. de Hauer, *Ueber die Gliederung der oberen Trias der lombardischen Alpen*, in-8°, 16 p., Vienne, 1865.

De la part de M. Félix Karrer, *Ueber das Auftreten der Foraminiferen in den Mergeln der marinen Uferbildungen (Leythakalk) des Wiener Beckens*, in-8, 31 p., 2 pl., Vienne, 1864.

De la part de M. G. C. Laube :

1° *Die Fauna der Schichten von St-Cassian*, 1^{re} partie; in-4, 76 p., 10 pl. Vienne, 1865; chez K. Gerold's Sohn.

2° *Die Fauna der Schichten von St-Cassian*, 2° partie, in-8. 8 p. Vienne, 1865.

De la part de MM. W. K. Parker, T. Rupert Jones and H. B. Brady, *On the nomenclature of the Foraminifera*, in-8, 27 p., 3 pl. Londres, 1865.

De la part de M. A. E. Reuss :

1° *Zur Fauna des deutschen Oberoligocäns*, 1^{re} partie, 48 p., 5 pl. — 2° partie, 78 p., 10 pl. Vienne, 1864.

2° *Zwei neue Anthozoen aus den Hallstädter Schichten*, in-8, 15 p., 4 pl. Vienne, 1865,

De la part de M. l'abbé C. Rusconi, *L'origine atmosferica dei tufi vulcani della campagna romana*, in-8, 37 p., Rome, 1865.

De la part de M. R. Sava, *Iconografia di mascella craniana fossile di cetaceo*, in-8, 7 p. Prato (Toscana), 1865; chez F. Alberghetti et C°.

De la part de M. D. Stur, *Ueber die neogenen Ablagerungen im Gebiete der Mürz und Mur in Obersteiermark*, in-4, 35 p., Vienne, 1864.....

De la part de M. Ed. Suess :

1° *Ueber die Nachweisung zahlreicher Niederlassungen einer vorchristlichen Völkerschaft in Nieder-Oesterreich*, in-8, 10 p.; Vienne, 1865.....

2° *Ueber die Cephalopoden-Sippe Acanthoteuthis*, R. Wagn., 20 p., 3 pl. Vienne, 1865.

De la part de M. G. Theobald, *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*. — 2° partie, *Geologische Beschreibung der Nordoestlichen Gebirge von Graubünden*; in-4, 374 p., 18 pl. Berne, 1864.....

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences

ces; 1865, 1^{er} sem., t. LX, n^{os} 25 et 26; — 2^e sem., t. LXI, n^{os} 1 à 18.

Bulletin de la Société de géographie, juin à septembre, 1865, in-8.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XIII, 1865, Bulletin des séances, f. 1 à 6.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XI, 1864, *Comptes rendus des séances*; — n^o 5 et 6, t. XII, 1865, *Comptes rendus des séances*, n^o 1; — *Bulletin bibliographique*, C. D.; in-8.

Annales des mines; 6^e série, t. VII, 2^e livr. de 1865, in-8.

Bulletin des séances de la Société imp. et centrale d'agriculture, séances de mai à juillet 1865.

L'Institut; n^o 1642 à 1661; 1865, in-4^o.

Réforme agricole, juin à octobre, 1865, in.4.

Mémoires de la société imp. d'agriculture, etc., d'Angers, t. VIII, 1^{er} cahier, in-8.

Mémoires de la Société académique d'agriculture, etc., du départ. de l'Aube; année 1864; in-8.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, septembre à décembre 1864; in-8.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 1865; in-8.

Recueil des travaux de la Société libre d'agriculture, etc., de l'Eure; années 1862 et 1863; in-8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, mai à juillet, 1865.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne), in-8, octobre à décembre 1864.

Société académique des sciences, etc., de St-Quentin, 1863 à 1864; in-8.

Mémoires de l'Académie imp. des sciences, etc., de Toulouse, in-8, 6^e série, t. III.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — *Revue agricole, etc.*, in-8, juin à septembre 1865.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. XI, 3^e cahier, 1863.

Bulletin de la Société des sciences hist. et naturelles de l'Yonne, in-8, 1865.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XVIII, 1^{re} partie, 1865; in-4.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles; mars 1865, in-8.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. XXIII, part. III, 1863-1864; in-4.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 1863-1864; in-8.

The quarterly Journal of the geological Society of London, in-8, 1^{er} mai et 1^{er} août 1865, n^{os} 82 et 83.

Report of the thirty-fourth meeting of the British Association for the advancement of science held at Bath in September 1864; in-8, 415 et 222 p.; Londres, 1865; chez John Murray; in-8.

The Athenæum, in-4, n^{os} 1965 à 1983; 1865.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., in-8, de MM. G. Leonhard et H. B. Geinitz, 1865, 3^e, 4^e et 5^e cahiers.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt zu Wien, juillet à septembre 1865; in-4.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, zu Berlin, in-8, novembre et décembre 1864, et janvier 1865.

Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, in-8, 2^e et 3^e cahiers; 1864, 1^{er} cahier, 1865.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften zu Berlin, juillet à décembre 1864; in-8.

Verhandlungen der naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westphalens, 1864, 1^{er} et 2^e cahiers.

Memorias de la real Academia de ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, in-4, t. VI, 2^e série, scienc. phys., t. II, 1^{re} et 2^e part., 1864 et 1865.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, etc., mars à mai 1865; in-8.

Resumen de las actas de la R. Academia de ciencias exactas etc., de 1862 à 1863, in-8.

Revista minera, n^{os} 361 à 370, 15 juin au 1^{er} nov. 1865, in-8.

Giornale di scienze naturali ed economiche etc., vol. 1, fasc. 11; Palerme 1865; in-4.

Libros del saber de Astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla, t. III, in-fol. Madrid, 1864.

Atti della Società italiana di scienze naturali, in-8, mai 1865.

1. *Bullettino trimestrale del Club alpino di Torino*, année 1865, in-4.

Das funfzigjahrige Doctor-Jubiläum des geheimraths Karl Ernst von Baer am 29 August 1864; in-4, 128 p. St-Petersbourg, 1865.

Nachrichten über Leben und Schriften des Herrn geheimrathes Dr Karl Ernst von Baer; in-4; 675 p. St-Petersbourg, 1865.

The American Journal of science and arts, juillet 1865, in-8.

The Canadian Journal of industry, science and art, in-8, mai 1865.

Memoirs of the geological survey of India, vol. III, part. 2. vol. IV, part, 2; in-8.

Annual report of the geological survey of India and of the Museum of geology. Calcutta; année 1863-1864, in-8.

Le Président annonce la mort de M. le marquis Laurent Pareto, membre de la Société, qui, cette année même, avait enrichi le Bulletin d'un important travail sur les terrains tertiaires de l'Apennin (séance du 20 février 1865).

M. Dangles offre à la Société, au nom du Comité de la paléontologie française, la 2^e livraison (8^e de la série de M. Victor Masson) des *Zoophytes du terrain jurassique* de MM. de Fromentel et de Ferry.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Dufour accompagnant l'envoi d'une notice biographique sur M. le baron Bertrand-Geslin, ancien membre fondateur de la Société géologique (voy. la *Liste des dons*).

Il communique ensuite la note suivante de M. d'Omalius d'Halloy :

Je crois que la Société apprendra avec intérêt que MM. Briart et Cornet viennent de communiquer à l'Académie de Belgique un

mémoire où ils annoncent avoir découvert à Mons, en Hainaut, un dépôt de calcaire grossier renfermant des fossiles semblables à ceux du calcaire grossier de Paris, mais qui repose en dessous des dépôts sableux et argileux que l'on considère comme correspondant aux sables de Bracheux, aux lignites du Soissonnais et aux sables de Cuise du bassin de Paris. Cette découverte a été vérifiée par notre savant confrère, M. Dewalque, et la Société en trouvera les détails dans le mémoire de MM. Briart et Cornet qui lui sera adressé lorsqu'il sera imprimé.

Je me bornerai en conséquence à faire observer que, si cette découverte paraît, au premier aperçu, contrarier les opinions les plus généralement reçues, elle vient, au contraire, à l'appui de la manière dont je conçois l'état actuel de la science et la marche qu'elle prend depuis quelques années.

Tout en reconnaissant les immenses changements que les êtres vivants ont éprouvés selon la série des temps, je n'ai jamais partagé l'opinion que ces changements s'étaient produits par la disparition, à certaines époques, de tous les êtres existants et l'apparition subséquente de flores et de faunes complètement nouvelles. Je reconnais qu'il existe une circonstance très-favorable à l'opinion de la disparition complète, c'est celle qui a donné aux illustres fondateurs de la paléontologie française l'heureuse idée d'appliquer à la géologie la connaissance des corps organisés, c'est-à-dire que dans le bassin de Paris aucun des fossiles du terrain crétacé ne passe dans les terrains tertiaires qui lui sont immédiatement superposés. Mais les observations postérieures ont fait voir que ces distinctions tranchées, au lieu d'être une règle générale, sont plutôt des exceptions fondées sur ce que, dans les contrées où elles ont lieu, il manque un ou plusieurs termes de la série des terrains; de sorte que, quand on trouve de ces différences complètes entre les fossiles de deux dépôts en contact, on peut en conclure qu'il manque quelques termes de la série, ou qu'il s'est produit quelques phénomènes locaux, tels que des submersions ou des émer-sions susceptibles d'avoir occasionné la destruction de la population.

On sait aussi que pendant la période actuelle les êtres vivants diffèrent plus ou moins selon les latitudes, les altitudes et la nature des lieux où ils se trouvent. Or, quoique l'observation ainsi que la théorie conduisent à faire admettre que ces différences locales étaient moindres dans les périodes anciennes que maintenant, on ne peut disconvenir qu'elles existaient, surtout pendant la période tertiaire où l'effet des latitudes était déjà assez sensible.

D'un autre côté, l'uniformité de température que l'on suppose avoir existé pendant la période primaire n'a point empêché M. Barrande de conclure de ses observations qu'il y avait, pendant la période silurienne, des faunes contemporaines différentes, et qu'une de ces faunes avait pu faire un établissement passager dans une contrée où l'ancienne faune est ensuite revenue et a été plus tard définitivement remplacée par celle qui avait fait l'établissement temporaire. C'est ce que notre savant confrère appelle une *colonie* et ce que M. Marcou propose d'appeler *centre d'apparition d'êtres précurseurs*.

Partant de ce point de vue, on conçoit que la belle découverte de MM. Briart et Cornet ne renverse aucune des données ni aucune des concordances admises. Il en résulte seulement, selon moi, qu'il y a lieu d'ajouter aux dépôts éocènes connus jusqu'à présent en Belgique un nouveau système, celui du calcaire grossier de Mons, qui est inférieur à tous les autres et qui peut être considéré comme le *précurseur* du calcaire grossier du bassin de Paris où il n'est pas représenté.

Il est à remarquer au surplus que la doctrine des colonies n'a pas les conséquences que ses adversaires lui reprochent, attendu que jusqu'à présent on n'a encore eu à l'appliquer qu'à des faunes fort rapprochées les unes des autres. On pourrait même ajouter, pour en revenir au cas particulier qui nous occupe, que les différences qui existent entre les diverses faunes éocènes des bassins de Paris et de Bruxelles tiennent autant aux changements dans la nature des milieux qu'à la succession des temps. Ne pourrait-on même dire en partant de cette manière de voir, que, dans le temps où il se déposait du calcaire dans le petit bassin de Mons, il a pu s'y établir une population analogue à celle qui, plus tard, s'est développée dans le bassin de Paris lorsqu'il s'y est aussi déposé du calcaire, population qui ne pouvait s'accommoder des eaux où se déposaient des sables et des argiles?

Je me permettrai, en terminant, de faire remarquer que l'existence du petit bassin éocène de calcaire grossier de Mons, à la suite du petit bassin crétacé de tuffeau de Ciply, est un nouvel indice en faveur de la formation des dépôts calcaires par des sources qui se perpétuaient ou se reproduisaient sur les mêmes lieux.

Le Secrétaire communique le résumé suivant d'une note sur l'infra-lias du Beausset (Var). envoyée par M. le docteur J. R. Toucas.

M. Toucas a observé sur le haut de quelques collines situées au sud du Beausset des lambeaux de calcaire appartenant à l'infra-lias et reposant en stratification concordante sur les marnes irisées, avec gypse exploité, ou sur le muschelkalk, dans certains points où ces marnes paraissent manquer.

Dès 1856 il avait recueilli les fossiles reconnus depuis comme caractéristiques de cet horizon sur le premier coteau au-dessus du chemin du quartier des Rouves.

L'*Avicula contorta* et le *Spondylus liasicus* sont surtout abondants au-dessus des cabanons Viort et Roubin; ils sont accompagnés d'une Plicatule, d'une Trigonie et d'un Cidaris ayant quelques rapports avec le *Cidaris grandæva* du muschelkalk.

On trouve aussi avec ces fossiles des traces de *Fucus* et de *Calamites*.

Le calcaire qui contient ces espèces infra-liasiques ressemble assez au muschelkalk par sa coloration en gris de fumée, plus pâle cependant que dans ce dernier calcaire.

Ces collines, dont la masse principale est constituée par les deux derniers membres du trias et que couronne l'infra-lias, ont subi de fortes dislocations, et l'on peut constater facilement l'existence de trois failles par suite desquelles on retrouve le banc fossilifère à *Avicula contorta* à des hauteurs très-diverses. Ce banc atteint, à la croix du Vieux-Beausset, une altitude de 460 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Coup d'œil général sur la topographie et la géologie du Mexique et de l'Amérique centrale; par M. Virlet d'Aoust (1).

CHAPITRE PREMIER. — *Configuration orographique, causes géologiques qui l'ont déterminée.*

Toute la partie de l'Amérique, qui s'étend sous forme de triangle, de l'isthme de Panama aux montagnes Rocheuses, c'est-à-dire qui est comprise entre les 40^e et 35^e degrés de latitude nord, forme une région géographique bien distincte dont le soulèvement

(1) Ce mémoire, remis en juin dernier, n'a pu être imprimé plus tôt par suite de circonstances indépendantes de la volonté de l'auteur.

est venu servir de lien entre l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord proprement dite. Avant cet événement géologique, d'une date relativement assez récente, ces deux parties du nouveau monde formaient bien certainement deux grandes îles, ou plutôt deux continents séparés. Les géographes devraient donc, autant pour cette raison que par suite de l'uniformité des caractères orographiques et géologiques, la comprendre entièrement, à l'avenir, comme je crois devoir le faire ici, dans ce qu'on désigne ordinairement sous le nom d'*Amérique centrale* (1).

Cette région présente, en effet, une configuration toute particulière que j'ai déjà cherché à faire connaître dans une lettre adressée à mon savant ami, le comte de la Cortina y de Castro. Dans cette lettre, insérée dans les numéros des 27 et 30 juin 1853 du *Trait d'Union*, journal français de Mexico, je disais :

« Les personnes qui ne connaissent la configuration géographique du Mexique et de l'Amérique centrale que par les cartes ou par ce qu'en disent les ouvrages de géographie, même les plus récents, ne peuvent en avoir qu'une idée bien fautive, parce que tous les auteurs, en se copiant les uns les autres, ce qui est toujours plus facile que d'aller vérifier les faits, ne veulent voir dans les montagnes de cette partie de l'Amérique que la prolongation de la grande chaîne des Andes, avec laquelle, cependant, elles n'ont aucun rapport, soit d'âge, soit de direction (2).

» Depuis que je parcours le pays, je cherche vainement cette *grande cordillère des Andes* qui s'étendrait sans interruption, comme une arête immense, depuis le cap Horn et la Terre de Feu, jusqu'au détroit de Behring, sans pouvoir rien rencontrer qui pût justifier une semblable erreur géographique.

(1) Les habitants du Mexique eux-mêmes ne se considèrent pas comme appartenant à l'Amérique du Nord et quand on parle dans ce pays des *Américains du Nord* ou tout simplement des *Américains*, cela s'entend toujours exclusivement des habitants des États-Unis. Cette division est d'ailleurs si naturelle, que M. Duruy, ministre de l'instruction publique, dans son rapport du 27 janvier 1864, à l'Empereur, a cru devoir la désigner comme devant être entièrement l'objet des explorations spéciales de la commission scientifique.

(2) La direction du *système des grandes Andes*, que M. Élie de Beaumont considère comme le plus récent des soulèvements, n'est pas encore très-exactement fixée, néanmoins on peut considérer que son arête principale suit à peu près la ligne nord-sud appuyant de quelques degrés à l'est, tandis que les montagnes de l'Amérique centrale coupent cette ligne de direction sous un angle d'environ 60 degrés à l'ouest.

» La surface de l'Amérique centrale, loin de n'appartenir qu'à une seule et même grande chaîne de montagnes, est au contraire parsemée d'une multitude de chaînes, généralement peu étendues, comparativement très-élevées, souvent très-étroites et toujours alors à formes très-abruptes et très-aiguës. Ces chaînes, à quelques exceptions près, appartiennent toutes à un seul et même grand système de rides, disposées, non à la suite les unes des autres, mais en forme d'échiquier, en une sorte de quinconce irrégulier, offrant par rapport aux plaines qui les entourent l'aspect d'un véritable archipel sporadique.

» Telle est surtout la configuration générale de ce qu'on appelait jadis la *Mesa d'Anahuac*, de ce grand plateau central mexicain, s'étendant en forme d'éventail, sur une longueur de plus de quatre cents lieues, depuis bien au delà de Mexico et de Puebla vers le sud-est jusqu'à l'extrémité des États de Coahuila, de Chihuahua et de Sonora vers le nord-ouest, avec des hauteurs et des largeurs qui varient, mais qui vont généralement, les unes en s'abaissant, les autres en s'élargissant : on peut donc dire, d'une manière générale, que de Pérotè, de Puebla et de Toluca, ses points culminants extrêmes, ce plateau va graduellement en s'affaissant au nord, jusque vers le *rio Gila* et la *rivière Rouge*, fleuves dont les cours opposés, suivant la ligne est-ouest, lui servent à peu près de limites.

» Il résulte de la disposition sporadique et isolée des montagnes de ce pays, qu'on pourrait, presque toujours, les tourner sans avoir à les franchir. C'est ainsi, par exemple, que la chaîne du Popocatépetl, ce géant des montagnes mexicaines, qui n'a guère cependant plus de vingt lieues d'étendue et qu'on franchit ordinairement quand on se rend de Vera-Cruz à Mexico, peut être facilement tournée par l'est, en passant par Tlaxcala et les plaines d'Apan, ou bien par Huamantla, en tournant également, aussi à l'est, le Matlalcuéyatl, autre chaîne isolée, généralement désignée par le nom très-populaire de *La Malinchè* ; pour tourner le Popocatépetl par l'ouest, il faut se diriger de Puebla vers Atlixco et Morélos (Cuautla). C'est ainsi également que dans ce pays sans routes on peut se rendre facilement en voiture à Matamoros et au Texas, par San-Luis Potosi et le Saltillo, ou en Sonora et même en Californie, en passant par le Chihuahua, où l'on rencontre la grande dépression de l'Arizona. »

L'Amérique centrale est donc, en général, un pays hérissé de montagnes, se dressant à chaque pas comme de gigantesques murailles, mais découpé par des plaines tortueuses, souvent sillonnées

elles-mêmes par des *barrancas* profondes, ravins où coulent des rivières torrentielles dont la plupart sont à sec une grande partie de l'année.

En adoptant pour le Mexique une déclinaison moyenne du méridien magnétique de 10° à l'est (1), par rapport au méridien vrai, la direction générale des chaînes de montagnes et des principaux accidents orographiques dans cette région de l'Amérique, est N. 55 à 56° O., ou mieux O. 34 à 35° N., ce qui correspond exactement à la direction N.-O.-S.-E. magnétique.

Cette disposition en une série de chaînes parallèles, irrégulièrement disséminées, ne peut guère s'expliquer que par un immense bombement de contraction éprouvé par cette partie de la surface du globe; bombement qui, en donnant naissance au grand plateau central, a naturellement eu aussi pour conséquence de produire à sa surface une grande quantité de fendillements ou de fractures parallèles. Celles-ci, comme autant de boutonnières, ont donné à leur tour naissance à tous ces reliefs partiels; et effectivement, beaucoup de ces montagnes isolées présentent un côté abrupt, représentant l'une des lèvres encore béante à la surface, d'une de ces fractures.

Quand deux de ces rides saillantes se trouvent assez rapprochées pour ne laisser entre elles qu'une espèce de couloir étroit, ce couloir prend le nom générique de *cagnon* (cañon) (2). Il existe quel-

(1) D'après les déterminations de deux officiers de marine très-distingués, MM. Fisquet et Garnault, la déclinaison de l'aiguille dans la rade de Guaymas, lors de l'expédition de la corvette *la Danaïde* sous le commandement du capitaine de vaisseau, J. de Rosamel, était en mars 1840 de N. $42^{\circ} 4'$ E.; sur la *Carte des atterrages de Vera Cruz* de Bérard, cette déclinaison est indiquée en juin 1839, N. $8^{\circ} 22'$ E.; sur un plan de la route de Mexico à Puebla (*Plano y corte geologico del camino de Mexico à Puebla*, etc.), publié à Mexico en 1849 dans le *Boletín de geografía y estadística de la República mexicana*, par don Joaquín Velasquez de León, aujourd'hui ministre d'État du nouvel empire, elle est également indiquée de $8^{\circ} 29'$; en 1851, une commission scientifique, sous la direction d'un savant ingénieur, le major J. G. Barnard, des États-Unis, chargée d'étudier l'isthme de Tehuantepec, a trouvé que la déclinaison magnétique à l'embouchure du *Goatzacoalcos*, était de N. $40^{\circ} 27' 47''$ E. (*The Isthmus of Tehuantepec*, in-8°; New-York, 1852), enfin, celle que j'ai déterminée moi-même, à la fin de 1852, à l'aide du passage de l'étoile polaire au méridien, était de N. $9^{\circ} 20'$ E.: vers le point de réunion des États de San-Luis Potosi, de Nuevo Leon et de Tamaulipas.

(2) Autant pour me conformer à l'esprit de notre langue qu'à sa

quelques fois plusieurs de ces cagnons très-rapprochés, et j'en ai compté aux environs du Vallé del Maïs, État de San-Luis Potosi, jusqu'à cinq ou six disposés à la suite les uns des autres, en forme de crémaillère.

La direction générale O. environ 35° N. ne s'accuse pas seulement par les nombreux reliefs et les dépressions de la surface du sol, par la direction de l'isthme de Panama, d'une partie des côtes mexicaines du Pacifique, mais encore par la direction de la plupart des grandes *vétas* ou filons métallifères qui ont déjà fourni tant de richesses au monde entier, et aussi et surtout par la stratigraphie; car, partout où j'ai pu observer la direction des couches, d'une manière bien accusée, je l'ai presque toujours trouvée formant un angle d'environ 45 degrés avec le méridien magnétique (1).

prononciation qui nous a amené à franciser les mots *España*, *Españols*, que nous écrivons *Espagne*, *Espagnols*, j'ai cru devoir remplacer la lettre ñ qui n'existe pas en français par les équivalents *gn*, chaque fois que cette lettre se présente dans les noms espagnols.

(1) Cette direction avait déjà été signalée depuis longtemps par de Humboldt, pour la chaîne *del Gigante* ou de *Guanaquato* et en faisant observer qu'on trouve en général que dans la région équinoxiale de la Nouvelle-Espagne, les montagnes ont une pente plus rapide vers le golfe du Mexique, et que les bancs de rochers y sont le plus souvent dirigés du N.-O. au S.-E. (t. 1^{er}., p. 465. *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle-Espagne*, 2^e édit., Paris, 1827); M. Élie de Beaumont, à la page 716 de sa *Notice sur les systèmes de montagnes* (3 vol. in-48, Paris 1852), dit de son côté, que la direction du grand plateau d'Anahuac est sensiblement perpendiculaire au grand cercle de comparaison du système des Pyrénées, qui lui-même est parallèle à l'axe de la presqu'île du Yucatan; et il ajoute. que le système E.-O., des volcans mexicains, que de Humboldt appelle le parallèle des grandes hauteurs, divise en deux parties à peu près égales l'angle droit formé par ces deux directions, ce qui constitue un ensemble d'une simplicité remarquable.» M. Charles Sainte-Claire Deville a aussi signalé dans son *Mémoire sur le tremblement de terre de la Guadeloupe*, dans les petites Antilles, une direction générale que suit la ligne de propagation des tremblements de terre, laquelle coïncide sensiblement avec mon système de soulèvement d'Anahuac: Enfin, je pense, d'un autre côté, que le système des *Coast Range*, de cette série de collines littorales de la Californie, qui est suivant M. J. Marcou un terrain tertiaire éocène (voir le tome VII, de la 5^e série des *Annales des Mines*, 1855), pourrait bien aussi se rapporter à mon système; mais je ne fais ce rapprochement, on le pense bien, qu'avec plus de réserve encore que n'en a mis M. Marcou à lui assigner une date.

Cependant, cette coïncidence toute naturelle de la direction des couches avec celle des chaînes lorsqu'elle se combine avec leur disposition irrégulière a parfois produit des accidents orographiques qui, à première vue, semblent autant d'exceptions à la règle générale : il n'en est toutefois rien, seulement l'assemblage d'une série de rides qui confondent leurs reliefs peut être combiné de manière à produire une succession de cimes dont l'ensemble pourra paraître différer géographiquement de la direction géologique, sans néanmoins que le tout cesse d'appartenir à un seul et même système de rides.

Avant d'avoir trouvé la clef de ces anomalies apparentes, mais non réelles, je fus bien étonné la première fois que je me trouvai dans une de ces plaines entourées de montagnes paraissant entièrement fermées, mais en réalité presque toujours ouvertes sur quelques points, ainsi que cela se présente fréquemment, de reconnaître, alors que je me supposais au moins en présence de deux *systèmes croiseurs*, si ce n'est plus, que le tout appartenait réellement au même système, le système O. 35° N.

Voici comment on peut s'expliquer ces faits qui m'avaient tout d'abord un peu dérouté.

Si l'on suppose, par exemple, ce qui se présente souvent à l'observation, deux rides assez rapprochées pour que leurs reliefs se confondent, il pourra arriver que les points culminants de l'une d'elles soient situés vers l'une de ses extrémités, tandis que l'autre aura les siens situés à l'extrémité opposée. Il résultera forcément de cette disposition une *chaîne géographique* dont l'axe passant par les points culminants des deux rides représentera, suivant la circonstance, la diagonale ou d'un parallélogramme, ou d'un losange, ou d'un trapèze, et dont l'angle d'écartement avec la direction de la *chaîne géologique* sera déterminé par le plus ou moins de distance existant entre les arêtes des rides, ou le plus ou moins d'étendue de celles-ci.

Si, au lieu de deux rides, on en suppose maintenant une série se succédant dans des directions plus ou moins obliques, ce que j'ai constaté plusieurs fois, on arrivera à composer des chaînes géographiques pouvant différer beaucoup entre elles et accuser des angles de direction qui pourront aller jusqu'à l'angle droit, c'est-à-dire jusqu'à la perpendiculaire à l'axe de la chaîne géologique. C'est ainsi qu'une ride principale peut avoir des ramifications dirigées en tous sens, mais appartenant néanmoins au même système de rides.

On doit voir, par ces faits, combien il importe de mettre de la

réserve dans les rapprochements qu'on serait tenté de faire avec des contrées qu'on ne peut étudier qu'à l'aide de cartes, car, alors même que celles-ci représenteraient très-fidèlement les reliefs géographiques, on serait encore quelquefois exposé à être géologiquement induit en erreur.

Ainsi que je viens de l'expliquer, la réunion des reliefs de plusieurs rides a donné lieu à des chaînes parfois d'une très-grande étendue ou d'une plus grande largeur, suivant la manière dont s'est faite la jonction. On donne généralement à ces grandes chaînes le nom générique de *Sierra Madré* (chaîne mère). Au Mexique, il existe surtout deux *Sierras Madré* principales que par leurs positions relatives autant que par leur étendue, j'ai cru devoir distinguer sous les noms de *Sierra Madré Occidentale* et de *Sierra Madré Orientale*, puisqu'elles bornent en quelque sorte à l'ouest et à l'est le grand plateau central mexicain.

La *Sierra Madré Occidentale* se divise en plusieurs parties ou chaînes distinctes : c'est d'abord la *Sierra de Cuernavaca* et du *Guchilaqué* d'environ quarante lieues de longueur qui, de la plaine de Morelos, va limiter à l'ouest la vallée de Mexico, pour aller mourir près de *Salva tierra*, à la fameuse plaine du *Vajio* (1).

A cette première chaîne, en succède une seconde, également d'une quarantaine de lieues, mais qui commence à dix lieues plus à l'est, entre Celaya et San-Miguel de Allende, c'est celle du

(1) Cette riche plaine du *Vajio* (*Baxio*) qui comprend une partie de l'Etat de Guanajuato, où elle s'étend du sud-est au nord-ouest, depuis les environs d'Acambaro jusqu'à Léon, est composée d'une terre très-forte, noire, argileuse et non moins fertile que le fameux *Tcharnoï-zem* ou *terre noire* de la petite Russie. C'est une espèce d'argile plastique résultant de la décomposition des roches basaltiques.

Ces argiles noires se rencontrent dans beaucoup d'autres localités où elles forment un sol ou un sous-sol tout à fait imperméable, mais qui, ramolli par l'eau, devient, pendant la saison des pluies, très-dangereux à traverser. Je suis porté à le considérer comme une des principales causes de l'insalubrité des terres littorales; de la Vera-Cruz, par exemple, où elles maintiennent, au-dessous des sables et des dunes entourant cette ville, une nappe d'eau stagnante qui alimente quelques lagunes qu'il faudrait mettre en communication avec la mer ou bien dessécher par des puits absorbants si l'on veut arriver à assainir un peu le pays.

L'île de Sardaigne, si sujette à la *Malaria*, offre aussi de ces argiles noires d'origine identique, également dangereuses à traverser après les pluies et qui contribuent certainement à entretenir l'insalubrité dont cette île paraît avoir été frappée de toute antiquité.

Giganté ou de *Guanajuato* qui va expirer au delà de Lagos, vers Aguas Calientes. .

Enfin, après la *Sierra del Giganté*, arrive la fameuse *Sierra Madre de Durango* qui, commençant également encore beaucoup plus à l'est, dans l'État de Zacateras, traverse tout l'État de Durango, pour aller, après avoir acquis sur quelques points une très-grande largeur, expirer à son tour vers la partie nord des États de Chihuahua et de Sonora. Cette troisième chaîne n'a guère moins de trois cents lieues de longueur.

La *Sierra Madre Orientale*, dont jusqu'ici, les géographes n'ont fait aucune mention, la confondant avec ce qu'ils ont l'habitude d'appeler la *Grande cordillère* qui n'existe pas dans l'Amérique centrale (1), n'est cependant pas moins remarquable que sa sœur d'Occident, autant par son étendue qui dépasse deux cent cinquante lieues, que par les nombreuses richesses minérales qu'elle renferme. Elle se lie en quelque sorte à la chaîne du *Citlaltépetl* (d'Orizaba), néanmoins, on peut considérer qu'elle commence réellement un peu au nord de Péroté dans l'État de Vera-Cruz, par les fameuses montagnes dites de la *Huastéca* qui s'étendent jusqu'au Panuco; elle se continue au delà de ce fleuve à travers les États de Tamaulipes et de San-Luis Potosi, de Nuevo Léon et de Coahuila pour aller s'oblitérer vers le Rio-Bravo.

Parmi ses pics les plus élevés, dont plusieurs atteignent ou dépassent 3000 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, on peut citer, en allant du sud au nord, ceux de la *Cumbré de los Oyamelés*, de *Chiconcuautla* (le *Zempoaltépetl*), *del Cajal* ou *Cerro de las Navajas*, des *Organos d'Actopan*, des minéraux *del Doctor* et de *Péchuga*, du *Chalchiltépetl* ou *Cangando*, célèbre par le gisement de fer oxydulé qui couronne sa cime, du pic *del Aguila* dans la sierra de la Magdalena, du *Cerro Mocho*, près Tula, et enfin de

(1) Le mot espagnol *Cordillera*, commel'indique son étymologie, signifie une grande éminence *en ligne droite*: je le comprends donc appliqué à la grande chaîne des Andes et à quelques autres chaînes rectilignes, je le comprendrais appliqué à notre chaîne des Pyrénées, mais je ne le comprendrais pas appliqué à celle des Alpes, de la Suisse et de la Savoie qui forment une chaîne beaucoup plus compliquée. Au Mexique, où cette expression n'a jamais pénétré dans le langage vulgaire, et où il n'existe guère que de petites chaînes, la plupart du temps isolées, cette expression a si peu de sens, qu'on sent souvent tout l'embarras qu'éprouvent les auteurs pour l'introduire dans leurs descriptions.

la *Candéla* dont la cime s'aperçoit de Dolorès dans le Texas, à plus de trente-cinq lieues de distance.

Cette belle sierra donne naissance à un grand nombre de cours d'eau, dont les cascades, les sauts, les rapides, forment un ensemble des plus pittoresques; sa végétation des plus luxuriantes embrasse une variété innombrable d'essences d'arbres, appartenant à tous les genres et à tous les climats.

Pour caractériser convenablement ce grand ensemble de montagnes vraiment remarquable de l'Amérique centrale, j'ai cru devoir lui imposer le nom de *Système d'Anahuac* (1), en souvenir du grand pays d'Anahuac ou des anciens Mexicains, dont la domination, à une certaine époque, s'étendit sur presque toute la région qu'il constitue géographiquement. Je ne fais, d'ailleurs, qu'imiter en quelque sorte en cela les derniers dominateurs du pays, les Espagnols, qui avaient conservé au grand plateau central mexicain, le nom de *Mesa d'Anahuac*.

Félix de Boucheporn qui a fondé tout un système de cosmogonie sur une hypothèse que je ne puis admettre, le déplacement successif de l'axe de la terre par des chocs de comètes (2), a donné, de son côté, à ce soulèvement le nom de *Système de Guatemala et du cap de Bonne-Espérance*; désignation que je n'ai pas cru devoir adopter par la raison que le Guatemala est l'une des plus petites fractions de la région qu'il s'agit de caractériser, et que je n'ai pas la certitude que le soulèvement des montagnes du cap de Bonne-Espérance puisse lui être assimilé géologiquement. Quoi qu'il en soit, je ne puis cependant m'empêcher de reconnaître que ce regrettable géologue, sans avoir visité les lieux, a su, à l'aide de son sentiment profond de la géologie, parfaitement caractériser cette grande révolution, ce grand cataclysme, dont il dit, à la page 348, de ses remarquables *Études sur l'histoire de la Terre et sur les causes des révolutions de sa surface*; « qu'il a fait surgir du » centre de l'Amérique, une vaste chaîne linéaire, singulièrement

(1) Voir à la page 449 du tome XV, *Bull. Soc. géol.* « Le nom d'Anahuac, dit Clavigero (*Historia antigua de Mexico y de su conquista*), avait d'abord été donné à la seule vallée de Mexico, à cause de la position de ses principales villes, soit dans les îles, soit sur les bords de ses lacs (Mexico, l'ancienne *Ténoctitlan*, *Texcoco*); mais ce nom s'étendit par la suite à tout le grand pays auquel, dans les temps modernes, on a donné le nom de *Nouvelle-Espagne*. »

(2) Voir à la page 644, du tome 1^{er}, 2^e série, *Bull. Soc. géol.*, une note dans laquelle je démontre à priori que cette hypothèse est inadmissible.

» distincte par sa direction et son isolement, de toutes les autres
 » chaînes du continent américain et dont la position est aussi ex-
 » ceptionnelle, enfin, sur le globe, que sa nature climatique est
 » exceptionnelle pour nos contrées européennes. Cette chaîne n'est
 » pas autre chose que le grand Isthme qui, depuis le golfe de
 » Panama s'étendant en ligne continue jusqu'à l'extrémité des
 » Rochenses, unit l'Amérique du Sud à celle du Nord; étroite
 » chaussée à travers les mers, arche immense jetée d'une portion
 » à l'autre de ce double continent. »

Quant à l'époque géologique que j'ai cherché à assigner à cette grande révolution terrestre, bien que circonscrite dans des limites très-rapprochées, elle ne peut encore être fixée avec toute la précision apportée dans la détermination de nos chaînes européennes. J'avais cependant cru, lorsque j'étais en Amérique, me fondant principalement sur des déductions et des considérations géologiques, devoir le rapporter au *Système de soulèvement des Alpes principales* de M. Elie de Beaumont, placé, par lui, entre les terrains tertiaires subapennins et les dépôts quaternaires ou *diluvium*; mais ce savant géologue m'a fait observer depuis, que la direction de mon *Système d'Anahuac* différerait complètement de celle du *Système des Alpes principales*, et il a ajouté que probablement il devra être considéré comme nouveau et particulier à cette région du globe.

Ce rapprochement avec la chaîne principale des Alpes n'avait, d'ailleurs, rien d'absolu, il se fondait toutefois sur ce que, d'une part, les dépôts crayeux, caractérisés par des hippurites et de nombreux oursins (à la *Boquia*, près Tula), jusques et y compris la craie blanche, caractérisée elle-même (aux *Gallitos*) par l'*Ananchites sulcatus*, terrains très-répandus au Mexique; puis, que la série des porphyres trachytiques, également très-développés de cette région, qui les recouvrent et y représentent les terrains tertiaires, ont été partout soulevés par ce système; et que, d'autre part, il a précédé la première apparition des basaltes qui ont, eux-mêmes, précédé le dépôt des terrains quaternaires (1), ainsi que le prouvent les débris que ceux-ci renferment ou englobent.

(1) En Amérique, j'avais donné à ce dernier terrain le nom de *terrain mastodontique* à cause des nombreux débris de mastodonte qu'il renferme conjointement avec des débris de basaltes et de porphyres. Parmi les débris des grands pachydermes que j'en ai rapportés, M. Lartet a reconnu une dernière molaire supérieure gauche du *Mastodon indicus* de Cuvier, et plusieurs fragments de dents de l'*Elephas*

C'est, au surplus, à peu près l'âge que lui assignait F. de Bucheporn et c'est encore à peu près celui que M. J. Marcou assigne à son *système du Coast-Range* de la Californie.

N'ayant rencontré nulle part au Mexique de terrains tertiaires proprement dits, je me trouve naturellement porté à considérer les porphyres métamorphiques dont je viens de parler, comme leurs représentants dans cette région; car, quoiqu'ils recouvrent le terrain de craie en stratification qui semble parfois concordante, il ne me paraît pas probable qu'ils en fassent partie; mais il serait assez difficile de décider, quant à présent, si ces porphyres représentent la formation tertiaire en totalité, ou bien s'ils n'en représentent qu'un étage, et de déterminer dans ce cas auquel des étages il faudra les rapporter? Quoi qu'il en soit, leur transformation, arrivée à la suite du grand soulèvement d'Anahuac, s'explique surtout par les nombreuses fractures qu'il a déterminées. Ces fractures sont devenues autant d'événements naturels par où s'échappèrent de l'intérieur les matières gazeuses qui ont donné naissance à ces riches et nombreux filons métalliques que l'Europe envie, et ont déterminé en même temps le métamorphisme des roches qui les renferment.

Ainsi donc, comme je l'ai énoncé depuis longtemps en thèse générale (*Mémoire sur les filons et le rôle qu'ils paraissent avoir joué dans l'opération du métamorphisme*, Bull. Soc. géol., 2^e sér., t. I^{er}, p. 825 et t. XV, p. 419), l'Amérique centrale nous fournit, sur une immense échelle, une des preuves les plus évidentes des rapports qui existent entre les filons et le métamorphisme des roches. Ce qui permet de poser en principe ce dilemme, qu'une région est d'autant plus métamorphique qu'elle est plus métallifère; ces faits intéressants démontrent, en outre, que ces fameux filons argentifères du Mexique qu'on avait considérés jusqu'ici comme fort

Columbi, de Falcouet, provenant des environs du Valle del Maïs et de Tula de Tamaulipas, aujourd'hui déposés dans la collection de l'école des Mines de Paris. Le Musée de Mexico, possède un squelette presque entier d'un de ces mastodontes, trouvé, dit-on, dans la fameuse caverne de *Cacahuamilpa*, située dans le flanc oriental du Guisteco, à 5 lieues au N.-E. de Tasco, État de Guerrero, non loin du Cuernavaca, dont M. J. Vélasquez de León, ancien professeur de minéralogie et de géologie, a donné une intéressante description (n^o 2 *Boletín de geografía y estadística de la República mexicana* 1849). La collection de l'École des mines de Mexico (*Seminario de minería*), renferme beaucoup de dents et de défenses d'éléphants, provenant de ce terrain et de différentes localités.

anciens, sont au contraire très-modernes, puisque étant l'une des conséquences du soulèvement d'Anahuac, on doit les considérer, sinon comme postérieurs, tout au moins comme contemporains de ce grand événement moderne.

La description de cette intéressante formation métallifère rentrant dans la géologie pure, je crois devoir la reporter à la suite de mon second chapitre qui forme le complément orographique de celui-ci.

CHAPITRE II. — *Terrains basaltiques ; phénomènes volcaniques ; origine des volcans.*

Les roches volcaniques de l'Amérique centrale, qui toutes appartiennent au système basaltique, jouent un trop grand rôle dans la configuration générale de cette contrée, et lui ont imprimé un cachet trop particulier, pour qu'il n'en soit pas spécialement parlé à la suite de ce qui vient d'être dit des chaînes stratifiées, et cela avec d'autant plus de raison que les reliefs ignés, déterminés par leur surgissement, semblent destinés à relier celles-ci entre elles.

Depuis la première apparition des basaltes, précédant, comme il vient d'être dit, le dépôt des terrains quaternaires, ces roches n'ont pas cessé de faire successivement éruption jusqu'à nos jours, et il paraîtrait même que les seuls changements survenus à la surface se sont bornés aux modifications partielles provoquées par les éruptions volcaniques ; car aucun soulèvement apparent ne semble être venu déranger l'ensemble des reliefs produits par le soulèvement d'Anahuac (1).

Les traditions historiques légendaires des anciens peuples autochtones, comme les faits historiques modernes ajoutés aux phénomènes qui se manifestent encore aujourd'hui, prouvent surabondamment cette continuité non interrompue des actions volcaniques, et sans tenir compte ici de cette nouvelle *Pompeïa* américaine que l'on a prétendu avoir été ensevelie près de Jalapa sous un courant de lave, ni des tremblements de terre qui viennent fréquemment ravager ces belles contrées, ni de cette multitude de

(1) Quoique je me sois borné à parler ici de ce seul grand système de soulèvement, il ne faudrait cependant pas en conclure que ce soit le seul qui existe dans toute cette grande région, mais les autres systèmes, du moins dans les parties que j'ai parcourues, n'y ont laissé que des traces, en général trop peu accusées pour qu'il ait pu en être traité dans un article plutôt orographique que géologique.

sources thermales, souvent accompagnées de dégagements de vapeurs acides, sulfureuses et chlorhydriques qu'on rencontre sur tant de points différents; ni des fréquentes et toutes récentes éruptions des volcans du Guatémala, région volcanique par excellence, il me suffira de citer quelques faits relatifs au Mexique en particulier, pour démontrer cette continuité d'actions volcaniques.

Outre l'éruption assez récente du *Jorullo* dont il sera question ci-après, je rappellerai la grande éruption du *Popocatepetl* de 1540; les éruptions qui ont eu lieu au *Citlaltepétl* (*Pic d'Orizaba*) de 1545 à 1546; celles de 1664 et 1793 du volcan de *Tuxtla*, connu de nos marins sous le nom de *Pic de San-Martin*. Lors de cette dernière éruption les cendres de ce volcan situé à environ 10 lieues au sud-est de Vera-Cruz, non loin de l'embouchure du Goatzacoalcos, ont été transportées jusqu'à Péroté, à une distance de près de 60 lieues. D'après des dires qui m'ont été rapportés, ce volcan aurait eu une nouvelle éruption en 1800? et le capitaine Oriot, de la marine marchande du Havre, m'a assuré l'avoir vu en feu vers 1840?

Parmi les volcans encore fumants aujourd'hui, on peut citer celui de *Colima*, celui d'*Ahuacatlan*, le *Cebo Rujo*, situé entre Guadalajara et Tépéc, état de Jalisco, et le *Popocatepetl* lui-même (1), d'où Humboldt et Boupland virent surgir encore le 24 janvier 1804 des vapeurs très-denses accompagnées d'une grande quantité de cendres. Lors de l'ascension que j'ai faite de

(1) Le cratère du *Popocatepetl*, dont on a toujours beaucoup trop exagéré les dimensions et la profondeur, est à vrai dire très-petit. Il a tout au plus 1000 mètres de pourtour, sa forme est un peu elliptique et il incline vers Puebla, c'est-à-dire de l'ouest à l'est. Son grand diamètre suivant une ligne à peu près N.-E.-S.-O, pris au niveau inférieur, n'a guère plus de 200 mètres, et son petit diamètre tout au plus 150 : Quant à sa profondeur, elle n'est que de 70 à 75 mètres, mais l'espèce de vertige que les personnes peu familiarisées avec les précipices éprouvent naturellement à plonger les regards au fond de ce gouffre, placé à une hauteur verticale qui dépasse de plus de 2000 pieds le sommet du mont Blanc, la plus haute montagne de l'Europe, explique l'exagération habituelle des touristes. Il a la forme d'un cône creux, très-aigu, un peu aplati et dont une des génératrices à peu près verticale est représentée par le bord inférieur oriental, formé d'un mur basaltique solide où les Indiens qui vont y exploiter le soufre ont établi depuis quelque temps un petit *malacaté* (manège) à l'aide duquel on descend les hommes dans le fond et l'on en remonte les matériaux, ainsi que cela se pratiquait encore il y a 30 ou 40 ans, dans la plupart de nos ardoisières de France.

ce point élevé le 26 mars 1853, il manifestait encore son activité permanente par des dégagements de vapeurs acides. Ces vapeurs surgissaient avec une certaine force de plusieurs *respiraderos* situés non à l'intérieur du cratère qui paraissait pour le moment tout à fait calme, mais vers ses bords les plus élevés. Elles s'en échappent parfois avec tant de violence qu'elles produisent des sifflements assez forts pour être entendus la nuit de Mexico ou de Puebla, de 12 et 16 lieues à vol d'oiseau.

L'un de ces *respiraderos*, dont nous pûmes facilement nous approcher et y recueillir du soufre, prouve que c'est bien à tort que quelques auteurs ont voulu nier que don Diégo de Ordas, l'un des hardis compagnons de Fernand Cortez, ait pu exécuter l'ascension du pic et en rapporter du soufre, parce qu'ils supposaient, bien à tort, qu'il fallait absolument, pour cela, qu'il fût descendu dans le cratère, chose qui lui eût été impossible, avec les deux soldats qui l'accompagnaient, surtout dans un moment où le volcan était encore en éruption. D'ailleurs, la relation, qu'un autre compagnon de Cortez, Bernal Diaz del Castillo, a donnée dans son *Historia verdadera de la conquista de la Nueva-España*, cap. 78, de cette excursion, exécutée pour la première fois, du moins par un Européen, ne peut guère laisser de doutes à cet égard.

Les bruits et roulements sourds qui se font assez fréquemment entendre aux mines de Villalpando situées au nord-est de Guanajuato, bruits qui paraissent la continuation de ceux qui se firent entendre en 1784 d'une manière si effrayante, de la ville même, que beaucoup de personnes crurent devoir immédiatement émigrer, et les eaux jaillissantes et bouillonnantes au milieu d'une espèce de *Caldera* (chaudière) d'Agua-Buenas, situées au sud-ouest, près de Silao, avec celles de Comanjilla et les boues thermales de Munquia, dénotent l'activité continue des foyers volcaniques voisins.

Enfin, j'ai pu constater encore, par moi-même, l'activité volcanique également incessante au lieu dit le *Devisadero del Ojo de Agua*, situé à une lieue et demie du *Tierra-Nueva*, rancho situé lui-même à quelques lieues à l'ouest de Santa-Barbara de Tamaulipas. Là, elle s'annonce par le frémissement et le bouillonnement de l'eau dont les vapeurs s'échappent aussi parfois avec bruit d'une espèce de cave, ancienne bouche d'éruption, où viennent se précipiter, comme dans un *résunidéro*, les eaux de la surface qui, très-probablement, concourent à entretenir cette activité.

A cette occasion, je crois devoir rappeler que dans une de mes dernières lettres au comte de la Cortina, datée de *Tierra-Nueva*

même (insérée dans le *Trait d'Union* des 29 mai et 2 juin 1852), j'émettais l'opinion, basée sur les observations que j'ai eu occasion de faire, tant sur les volcans de la Grèce que sur ceux d'Amérique, que les phénomènes volcaniques ne procèdent pas directement de la masse fluide intérieure du globe, comme on est généralement porté à le supposer aujourd'hui, mais sont tout simplement la conséquence du ramollissement de certaines masses consolidées, faisant partie de la croûte superficielle ; que ce ramollissement s'opérait par suite de réactions chimiques, provoquées par l'eau, par les eaux alcalines surtout (1), etc., et que les masses ainsi ramollies et amenées par suite à un état plus ou moins incandescent, pressées par les couches supérieures et sollicitées par la fermentation et l'expansion des gaz, sont quelquefois forcées de surgir par les issues que leur offrent les fractures du sol ; ce qu'elles font quelquefois avec bruit, fracas, tremblements de terre, et force dégagements de matières gazeuses et projections fréquentes de matières meubles, qu'elles détachent, triturent et pulvérisent dans leurs mouvements ascensionnels.

Dans cette hypothèse, il est évident que les roches volcaniques doivent varier comme elles varient en effet, avec la nature de la roche ou des roches qui les engendrent ; que les trachytes, par exemple, pourraient très-bien provenir des granites, des gneiss, tandis que les basaltes proviendraient plus particulièrement de roches argileuses!...

Les faits géologiques qui accompagnent les éruptions, l'état minéralogique des roches, leur variabilité, leur peu de densité habituelle, tout tend à prouver leur origine superficielle, si l'on peut s'exprimer ainsi, car, si elles provenaient directement de la masse fluide intérieure, elles devraient présenter partout, pour

(1) C'est de cette façon que les roches granitiques, porphyriques, amphiboliques, dioritiques, etc., ramenées par le métamorphisme à un certain état de mollesse et de plasticité, ont pu parfois être forcées de s'injecter, à la manière des dykes volcaniques, mais sans réactions ignées, à travers les fractures du sol. N'est-ce pas ainsi et par suite d'un ramollissement métamorphique semblable, que peuvent s'expliquer les renflements et les injections d'une roche dont, tout au moins l'origine sédimentaire ne peut être contestée, de la houille, que je signalais dans mes *Observations sur les recherches de houille du Rondet* (Allier), imprimées en février 1864 ; et que peuvent s'expliquer celles si curieuses, également signalées aux mines de Montrelais (Loire-Inférieure), par MM. Viquesnel, Audibert et Durocher (voy. *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. 4^{er}, p. 70, pl. 4^{re}, fig. G ; t. VI, p. 42).

une époque géologique donnée, une parfaite identité de composition; or, rien de semblable ne s'offre dans la nature, et pendant que l'on voit ici les trachytes précéder les basaltes, on voit là-bas que ce sont les basaltes qui ont devancé les trachytes.

D'un autre côté, la distribution très-remarquable des volcans vivants, tous plus ou moins rapprochés de la mer, ou situés au milieu de la mer elle-même, qui semble nécessaire à leur existence, ne paraît-elle pas aussi démontrer la réalité de cette hypothèse ?

Dans l'existence des filons tout semble au contraire démontrer des phénomènes entièrement liés à ceux de la masse fluide centrale, ce que M. Élie de Beaumont, dans son important mémoire intitulé *Notes sur les émanations volcaniques et métallifères*, Bull. Soc. géol., 2^e série, t. IV, p. 4240, a fort bien démontré. Et en effet, pendant que d'un côté, une chaleur médiocre, à peine suffisante pour produire une fluidité pâteuse, se manifestant quelquefois avec si peu d'intensité qu'on a vu des coulées de lave mettre jusqu'à dix ans pour parcourir un espace de moins d'une lieue, de l'autre, au contraire, il doit exister une chaleur excessivement intense, capable de fondre et même de gazéifier les corps les plus réfractaires (comme ceux qui composent en général les filons), et telle enfin que, si les laves en provenaient directement, elles devraient avoir au moins une fluidité comparable à celle de l'huile de pétrole et une densité allant toujours croissant!... toutes choses qu'on est loin de remarquer, je le répète, dans la série chronologique des roches volcaniques!...

Après l'immense dislocation produite par le soulèvement des montagnes d'Anahuac, avant que les nombreuses vallées de fracture n'aient été comblées et nivelées, de manière à permettre aux lits des fleuves et des rivières de s'y établir et de pouvoir ainsi écouler la totalité de leurs eaux vers la mer, évidemment celles-ci durent se précipiter dans toutes les fractures du sol, pénétrer dans toutes les cavités et préparer cette immense conflagration générale qui a signalé les premières apparitions basaltiques. Le basalte, en effet, surgissant dans le principe par ces fractures, a contribué à combler le fond de la plupart de ces vallées profondes, puis il s'est étendu en nappes dans les plaines, tandis que de nombreux cratères qu'on peut très-justement comparer à de véritables *tumeurs*, s'établissaient à leur surface pour servir de cheminées de dégagement aux matières gazeuses et aux matières sèches qu'elles entraînaient à leur suite. De là, ces innombrables cônes, dont plusieurs atteignent à de très-grandes hauteurs, généralement formés par l'accumulation successive de déjections, meubles, pulvérulentes;

tandis que les masses fluides s'échappaient toujours par la base. J'ai cependant observé une exception à cette règle générale qui m'a d'autant plus étonné qu'il s'agit du Popocatépetl dont le cratère a certainement vomé plusieurs fois de la lave et notamment lors d'une de ses dernières éruptions, sinon de la dernière, ainsi que cela m'a été démontré par un grand lambeau d'une espèce de trachyte porphyroïde qui existe vers la dépression qui sépare le cône volcanique de la crête porphyrique de l'Iztaccihuatl. Cette roche, dont j'ai autrefois observé l'analogue aux îlots trachytiques de Christiania (anciennes *Lagusa*) situées au sud-ouest de Santorin, dans l'Archipel grec, m'a paru avoir été arrachée de la masse principale, alors qu'elle était encore à un état de fluidité visqueuse et être ensuite venue rouler, entraînée par son poids, jusqu'au bas du cône, entièrement couvert de très-fines cinérites.

Liste des principaux pics volcaniques du Mexique classés dans leur ordre de plus grande hauteur.

	Noms des volcans.	Altitudes en mètres.	États où ils sont situés.
Neiges perpé- tuelles.	1. Popocatépetl (1).	5400	Puebla-Mexico.
	2. Citlaltépetl (pic d'Orizaba).	5295	Vera-Cruz.
	3. Névado de Toluca.	4652	Mexico.
	4. Cerro Negro, du Citlalté- petl.	3900	Vera-Cruz.

(1) Quoique depuis de Humboldt le Popocatépetl ait toujours été considéré comme la cime la plus élevée de l'Amérique centrale, il pourrait cependant se faire que le Citlaltépetl fût un peu plus élevé. En effet, les calculs de l'astronome Ferrer, qui datent de 1793, lui attribuent une hauteur de 5450 mètres; voyez ce que dit de Humboldt lui-même, à ce sujet, t. 1^{er}, p. 166, 2^e édit. de son *Essai politique sur la Nouvelle-Espagne*. D'un autre côté, d'autres calculs, basés sur des expériences qui auraient besoin d'être répétées, faites au sommet du pic d'Orizaba, en mars 1848, par un ingénieur américain, M. W. F. Reynolds, lui attribueraient également une hauteur de 5460 mètres. C'était surtout la vérification géodésique de ce fait encore douteux à l'aide de la magnifique base naturelle qu'offre la route située entre les deux lacs de Mexico, que je m'étais proposée, en faisant l'ascension du Popocatépetl: on sait ce qui est advenu. Du reste, mon ascension à l'Iztaccihuatl entreprise quelques jours après, le 5 avril 1853, avec des guides venus de Tlalmanalco, n'a pas eu de meilleurs résultats. Abandonné d'abord par ces guides au rancho de la *Siénega*, où j'étais allé passer la nuit (l'eau y bout à seulement 89° 1/4), je dus entreprendre l'ascension du glacier, accompagné seulement d'un nommé Moreau, brave et intrépide ouvrier français de l'usine de San-Rafael, que m'avait cédé le directeur M. J. Guillemain, lequel voulut

	Noms des volcans.	Altitudes en mètres.	États où ils sont situés.
Neiges tempo- raires.	5. Quauénéxatl (volcan d'A- jusco)	3674	Mexico.
	6. Pico Héraldo ou volcan de Niévé	3665	Jalisco.
	7. Los Dérumbados.	3590	Vera-Cruz.
	8. El Giganté (le Géant)	3213	Guanajuato.
	9. Cerro Tancitaro (1).	3200	Michoacan.

bien se charger de porter mon théodolite sur son dos, pendant que j'emportais moi-même le pied. Nous étions ainsi arrivés, non sans peines, au plus haut de la crête de la montagne, lorsque nous y fûmes assaillis par une violente rafale, accompagnée d'une neige très-épaisse, qui nous empêchait de rien voir, et qui pouvait rendre la descente fort dangereuse. Nous dûmes donc nous résigner à rétrograder, car la montagne qui présente une espèce de plateau n'offre aucun abri possible et je dus me contenter des quelques observations géologiques que j'avais pu faire.

Quoique l'Iztaccihuatl soit moins élevé que son voisin la Popocatépetl, il est cependant recouvert par un véritable glacier, doué, comme ceux des Alpes, d'un mouvement de translation, il est vrai peu étendu, mais qui donne lieu à la formation de moraines frontales et les neiges perpétuelles s'y maintiennent toujours plus bas, ce qui est probablement dû à sa conformation différente; tandis qu'au Popocatépetl, cependant plus élevé de 614 mètres, les neiges n'y produisent à vrai dire qu'une véritable couche de *névé* dont une partie vers les parages du *pic del Fraile* s'est présenté sous forme de petites saillies tranchantes qu'on peut très-bien comparer aux écailles hérissées et renversées d'un gros poisson et qu'il faut successivement enjamber comme une série d'échelons, ce qui est assez fatigant, mais cependant vous assure contre les chances de glissement sur une pente qui ne va pas à moins de 23 à 25 degrés.

Le point par où nous avons entrepris notre ascension est près d'un petit lac déterminé par une moraine frontale, le banc de glace vient surplomber au-dessus du lac et c'est là *el corté*, point où les Indiens *neveros* viennent l'exploiter à la poudre pour la transporter ensuite à dos de mulets à Mexico, sous forme de blocs parallépipédiques.

Le sommet de l'Iztaccihuatl, du moins la partie qui n'est pas masquée par la glace, est composée d'un porphyre gris blanchâtre à gros cristaux de feldspath blanc; cependant les blocs encore supportés par de petits cylindres de glace en forme de champignons sont un peu différents, ils sont ou noirâtres, ou lie de vin et un peu argiloïdes. On trouve parmi les débris moréniques, quelques fragments volcaniques, des scories, etc., mais ils proviennent évidemment de déjections du Popocatépetl qui a dû souvent recouvrir d'un manteau de cinérites, le linceul de sa *femme blanche*.

(1) Quoique plusieurs voyageurs aient signalé ce pic, qui est très-fré-

	Noms des volcans.	Altitudes en mètres.	États où ils sont situés.
Sans neiges.	10. Volcan de Fuégo ou de Colima.	2800	Territoire de Colima.
	11. Jorullo	4265	Michoacan.
	12. Volcan de Tuxtla (pico San-Martin).	»	Vera-Cruz.

Quelques personnes, au Mexique surtout, pourront s'étonner de ne pas voir figurer dans cette liste les montagnes et pics suivants, généralement considérés comme des volcans.

	Noms des volcans.	Altitudes en mètres.	États où ils sont situés.	
Glacier.	1. Iztaccihuatl (Sierra Nevada).	4786	Mexico.	
	2. Matlalcuéyatl (la Malinché).	4430	Territoire de Tlaxcala.	
	3. Nauhcampatépetl (Cofré de Péroté.	4089	Vera-Cruz.	
		4. El Télapon.	»	Mexico.
	Neiges temporaires.	5. El Cajal (Cerro de las Navajas).	3424	Id.
		6. Mamanchota (Organos d'Ac-topan).	2977	Id.

Cette erreur provient de ce que les géologues ont toujours voulu voir dans les porphyres trachytiques, qui les constituent en partie, des roches volcaniques. Ces montagnes, comme je l'ai signalé dans une précédente publication (*Bull. Soc. géol.*, t. XV, p. 131, 132) pour l'Iztaccihuatl et la Nauhcampatépetl sont entièrement porphyriques; elles appartiennent donc aux seuls terrains stratifiés métamorphiques et leur relief est seulement dû à des soulèvements, tandis que les premières sont bien aussi pour la plupart à base de porphyres, mais leur surélévation est due à des éruptions volcaniques postérieures.

Le soulèvement du Jorullo en 1759 a été déterminé par un de ces retours fréquents de la lave basaltique. En s'épanchant de nouveau au-dessous de la nappe refroidie, déjà consolidée, ainsi qu'on peut voir que les choses se passent, en petit, dans l'écoulement des laves ou scories s'échappant des hauts-fourneaux, elle

quemment couvert de neige, comme volcanique, que M. Saint-Clair Duport parle de scories et de pierres poncees existant à sa base, qu'il est d'ailleurs exactement situé dans le milieu de la ligne qui joint les volcans de Jorullo et de Colima, je ne serais cependant pas étonné qu'il appartint aussi au terrain porphyrique comme les cerros névados voisins de *Périban*, de *Tziraté*, et ceux de *San-Andrés*.

l'a soulevée, brisée, disloquée, et a produit un de ces fameux *pédrégals* (amoncellement pierreux), généralement désignés sous le nom de *mal-païs* (mauvais pays) qu'on rencontre sur tant de points, véritables assemblages cahotiques de blocs de lave, tout à fait comparables à ces amas de glaçons produits par la débâcle d'un fleuve. Ce n'est pas toujours sans dangers qu'on peut traverser ces assemblages confus de scories hérissées d'aspérités, présentant leurs angles aigus et se dressant comme des êtres fantastiques, car le moindre faux pas, la moindre chute vous expose à avoir les membres cruellement déchirés et décharnés.

C'est à travers ces masses ainsi fracturées et bouleversées que ce sont établis les nombreux petits cônes de 2 à 3 mètres de hauteur seulement, petits volcans en miniature que les habitants désignent sous le nom d'*hornillos* (petits fourneaux) et du cratère desquels de Humboldt a pu voir encore s'échapper des gaz en fumarolles, lorsqu'il a visité ce volcan célèbre. Le bombement de 160 mètres de haut qui s'est produit à son centre, est tout à fait comparable à ceux que présentent les volcans d'Ajusco et de Culiacan, ce dernier situé entre Améca-Méca et le cône d'Ozumba, autre volcan à *hornillos* qui semble placé à l'entrée de la route, comme une sentinelle avancée, chargée d'interdire le passage aux voyageurs qui se rendent à la capitale en venant de Morélos.

Parmi les *mal-païs* qu'il serait beaucoup trop long d'énumérer tous ici, je citerai seulement les *pédrégals* de *Cerro-Gordo*, de *Péroté* qu'on rencontre sur la route de Vera-Cruz à Mexico par Jalapa; de *San-Angel*, près de Mexico, de *Santa-Barbara* de Tamaulipas, de *Custodio* dans l'État de Sau-Luis Potosi et surtout la fameuse *brégna* (*Breña*) de Durango que j'ai fait connaître dans la lettre précédemment citée et qui avait déjà été très-bien décrite par un des hommes les plus savants du pays, M. Ramirez, aujourd'hui ministre des affaires étrangères. Cette *brégna*, dont parle aussi M. Daubeny, dans son excellent traité des volcans (*A description of activa and extinct volcanos*, 2^e édit., Londres 1848, p. 1078), rappelle tout à fait les phénomènes du Jorullo, et peut être considérée comme le type de ce genre de phénomènes. C'est cette raison qui m'avait déterminé à substituer au mot *mal-païs* qui n'entraîne pas nécessairement l'idée de vulcanicité, le nom de *terrain de brégna* comme plus convenable pour caractériser les dispositions et l'aspect curieux et vraiment étrange de ces grandes surfaces tourmentées.

Les *brégnas* ou *pédrégals* de Custodio et de Péroté présentent au naturaliste et au voyageur un autre intérêt, celui de l'existence

de cavernes immenses entièrement creusées dans le terrain volcanique. Celle de la *brégna* de Custodio, où l'on peut facilement suivre la marche sinueuse et ramifiée de la dernière injection basaltique, encore indiquée à la surface du sol, par des fractures et de petits relèvements en forme de *combe* qu'elle a produits dans la nappe supérieure refroidie; cette caverne, dis-je, se présente avec la forme semi-sphérique parfaite et les dimensions d'un de nos plus grands tunnels de chemin de fer. A son extrémité, elle s'infléchit et s'enfonce sensiblement vers le centre. Il m'a paru très-évident que c'était la bouche par où s'échappait le torrent de lave, laissée ensuite vide, lorsque celle-ci s'est retirée ou a cessé de surgir.

L'immense caverne du *mal país* de Péroté, connue sous le nom de *Cueva de Chinacamoté* que j'ai visitée en compagnie d'un chimiste italien distingué, M. Ernest Cravéri, est située à l'ouest de Tépéyahualco. Les habitants dans leur exagération vont jusqu'à assurer qu'elle a une longueur de six à sept lieues? Le fait est qu'elle est fort étendue. Des éboulements la divisent en plusieurs compartiments; sa *bovéda* (voûte) est très-régulière et parfois si mince qu'il s'y est fait des ouvertures ou *regards* qui permettent de la suivre à la surface. Le sol de cet ancien fleuve de feu est cependant couvert d'un gravier arénacé, et l'on remarque sur ses parois latérales, comme à celle de Custodio, des rainures en forme de crèches, couvertes de légères incrustations calcaires qui annoncent le passage d'un ancien cours d'eau, en sorte que ces cavernes ont donné successivement passage à des fleuves de feu et aux eaux de la surface qui allaient se précipiter dans les antres profonds de ces foyers d'ignition et y ranimer leur activité momentanément suspendue ou ralentie.

Ces lignes d'anciens niveaux, à cause de leur régularité, font croire aux gens du pays que la *Cueva de Chinacamoté* est un travail des anciens habitants de la contrée et ils en sont d'autant plus convaincus que la caverne passe, dit-on, au-dessous des ruines d'une grande cité *anté-historique* désignée sous le nom *del Cantonal*, cité bien connue depuis longtemps des voyageurs, ce qui n'a pas empêché un jeune savant de prétendre en avoir fait tout récemment la découverte!...

Le phénomène des grottes volcaniques est très-fréquent au Mexique, et si l'on ne peut pas toujours le constater par une visite, faute d'issues, comme à Custodio, comme à Péroté, il ne s'en manifeste pas moins fréquemment et d'une manière très-évidente par un résonnement sourd, annonçant le creux, le vide, que pro-

duit le piétinement des chevaux des voyageurs lorsqu'ils traversent certaines plaines, anciennes *brégnas*, aujourd'hui recouvertes et nivelées par les alluvions pluviales ou le *tépétaté*, nom qu'on donne aux alluvions déjà endurcies, et cet endurecissement est très-rapide, il s'opère en très-peu de temps, et d'une année à l'autre (1).

Les cavernes volcaniques devront donc entrer désormais dans un travail qui traitera des cavernes en général ou de celles du pays en particulier, car les cavernes calcaires y existent également en grand nombre et elles y offrent même un double intérêt : le premier au point de vue de l'*archéologie* et de l'*anthropologie*, parce qu'elles renferment souvent un grand nombre d'ossements d'hommes ou qui y ont vécu, ou qui y ont été déposés après leur mort, etc.? sans qu'on sache à quelle époque, et sans qu'on sache à quelle race ces débris humains appartiennent. J'en avais recueilli quelques crânes, mais ils m'ont été dérobés, probablement par fanatisme religieux, et il ne m'en est resté qu'une mâchoire inférieure. Le second au point de vue de la *paléontologie*, à cause des ossements de mammifères qu'elles renferment aussi parfois, mais ceux-ci dans le sol et où ils sont généralement considérés par les habitants comme étant les ossements d'une ancienne race de géants : *hucos de los gigantes*...

Un grand nombre de cratères ont encore conservé entièrement leurs formes intactes et semblent avoir été formés d'hier ; d'autres sont déjà recouverts par un *terrain de transport aérien* que j'ai fait connaître et décrit sous le nom de *terrain météorique* (*Bull. Soc. géol.*, tome XV, page 129) ; et il y en a enfin d'autres qui ont été transformés en lacs ; tel est celui du Nevado de Toluca, tel est encore celui qui porte le nom d'*Alberca*, du Valle de Santiago, dans l'état de Guanajuato. Ce cratère a environ 2400 mètres de tour à sa partie supérieure, et le diamètre du lac n'a pas moins de 500 à 600 mètres. J'y ai remarqué quelques petites *chinampas* ou îles flottantes servant en guise de barque à la navigation du lac dont le niveau est dit-on assez constant, ce

(1) J'engage les voyageurs à étudier avec soin de jolis petits cratères formés par une grosse espèce de fourmis très-répandues dans tout le Mexique, où elles sont désignées sous le nom d'*arrieros* (muletiers). Ces intelligents insectes, jouissant de l'étonnante faculté de creuser leurs habitations dans les roches les plus dures, en sorte qu'à l'inspection des matières de déjection composant leurs fourmilières ils pourront toujours reconnaître la nature du sous-sol, souvent complètement masqué par les terrains récents.

qui fait supposer qu'il s'alimente par son fond, car les pluies, avec un bassin aussi circonscrit ne pourraient, compenser les pertes éprouvées par suite des évaporations pendant huit ou neuf mois de sécheresse et de chaleurs tropicales. Si cette hypothèse peut être admissible pour un lac qui se trouve comme l'*Alberca* dominé par de hautes montagnes, elle ne l'est plus, comme on le supposait également, pour le lac du Nevado de Toluca, et M. J. Velasquez de Léon, qui a été chargé d'en faire la reconnaissance en 1835, a fort bien fait remarquer que son alimentation devait se faire par la seule fonte des neiges qui recouvrent les rochers qui le dominent (*Boletin de geografia*, n° 4).

Il est facile d'apprécier par tout ce qui précède combien les éruptions volcaniques sont venues ajouter, après le soulèvement d'Anahuac, à l'originalité et à la physionomie toute particulière de l'Amérique centrale, car ces éruptions paraissent être venues expirer aux montagnes Rocheuses où les cônes volcaniques de *San Francisco*, de *Bill-William*, du mont *Taylor* qui atteignent le premier à 3810 mètres et le dernier à 3048 mètres d'altitude, forment avec plusieurs autres volcans de moindres hauteurs, une véritable ceinture à la base des montagnes de l'Amérique du Nord et y terminent le grand plateau d'Anahuac, car comme l'a fort bien fait observer M. J. Marcou (dans son *Résumé géologique des États-Unis*, etc., *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, tome XII, page 925), dans toute l'immense surface qui, à l'orient des Rocheuses, s'étend du golfe du Mexique jusqu'à la mer de Behring, comprenant tous les États-Unis de l'Atlantique et les possessions anglaises du Canada, on ne rencontre ni volcans vivants, ni volcans éteints, et il faut aller jusque dans les provinces qui avoisinent le Pacifique pour en rencontrer sur quelques points.

Une formation volcanique qui a fait éruption à tant d'époques géologiques et qui a surgi sur tant de points différents doit nécessairement présenter, avec des formes variées, des caractères minéralogiques très-différents. Ici, comme dans les pédrégals, ce sont de véritables amas de scories et de blocs entassés les uns sur les autres; là ce sont des coulées massives aux surfaces ondulées et rugueuses, plus ou moins développées; ailleurs, ces coulées, et ce sont quelques-unes des plus anciennes en date, ont déjà subi un commencement de décomposition qui les transforme en boules à structure testacée et passant à une argilolithe. Cet état s'annonce ordinairement de loin par un sol fortement coloré en rouge.

Le plus généralement, les masses basaltiques sont très-dures, d'un gris bleuâtre ou noirâtre, quelquefois très-compactes, mais

le plus souvent vacuolaires ou scoriacées. Quand les cavités sont remplies de zéolithes blanches ou d'un gris blanchâtre qui leur communiquent une apparence porphyroïde ou amygdalaire, on leur donne dans le pays le nom d'*Almendrilla*. Les obsidiennes et autres roches vitreuses, et enfin les nombreuses scories dont ces roches sont presque toujours accompagnées ajoutent encore à la variété d'aspects que cette formation présente (1).

Quant à la structure prismatique qui n'est qu'un phénomène d'intérieur, elle ne se montre, comme à la belle et intéressante cascade de *Régla*, du Réal del Monté, que dans les masses d'une grande puissance ou dans les *barrancas* profondes, c'est-à-dire quand le terrain de basalte se trouve avoir été découpé et profondément raviné. Le banc basaltique à travers lequel le ruisseau de *Régla* se précipite d'une hauteur de 25 à 26 mètres, peut avoir environ 70 mètres de puissance. Il repose sur le terrain de grès vert, dont il est cependant séparé, sous la cascade même, par une couche d'alluvion composée de gravier et de galets qui n'ont pas été sensiblement altérés par l'action qu'une masse ignée aussi considérable aurait semblé devoir produire.

L'inspection de cette masse m'a parfaitement confirmé dans l'opinion que les prismes là verticaux, plus loin divergents qu'on y observe, ne se sont développés que dans la partie centrale, car sa base et son recouvrement, les parties qui ont dû se refroidir le plus rapidement, sont restées massives sur une épaisseur de plusieurs mètres; ce qui semble démontrer que la structure prismatique est bien plutôt le résultat d'une espèce de cristallisation qu'un refroidissement trop rapide empêche de se produire, que

(1) A l'aide des *laitiers* ou matières fondues qui s'échappent des hauts fourneaux, il est facile de reproduire, en petit, tous les produits fournis par les volcans. Ainsi, l'état plus ou moins vitreux qu'ont ordinairement les laitiers rapidement refroidis, représentent, à la composition près, les obsidiennes et autres roches vitreuses. Un refroidissement plus lent, tel qu'il s'en produit quelquefois sur les *gueuses*, par exemple, dévitrifie complètement ces laitiers. Ils prennent alors une texture grenue et il s'y développe souvent, dans les cavités, de petits cristaux de pyroxène, de *feldspath*, etc. Enfin la projection de l'eau sur cette lave encore en fusion produit des scories boursoufflées, tout à fait comparables à celle des volcans; et si cette projection aqueuse est assez abondante pour produire un refroidissement encore plus rapide, on obtient alors un produit complètement spongieux, blanc, léger, tout à fait comparable aux pierres ponce qui sont produites par un suintement de la lave au milieu de l'eau:

d'un retrait qui se serait produit dans la masse. L'état vitreux, conséquence d'une fusion parfaite, résulte au contraire d'un refroidissement rapide, car, un refroidissement lent amène toujours la dévitrification et souvent la cristallisation des matières fondues.

Enfin pour en terminer avec les caractères généraux de la formation basaltique, je n'ajouterai plus qu'un fait, celui de la présence de nombreux grains de titanate de fer dans toutes les roches de ce terrain; aussi le rencontre-t-on partout à l'état de sable, brillant de l'éclat de l'acier, dans les ravines et dans les ruisseaux. On s'en sert communément en guise de poudre pour les écritures.

CHAPITRE TROISIÈME. — *Granites et porphyres métamorphiques d'origines secondaires et tertiaires au Mexique; granites et porphyres métamorphiques en Europe.*

Les porphyres du Mexique qui, ainsi que je viens de le dire, recouvrent la formation crayeuse, représentent les terrains tertiaires. Leur état, plus ou moins cristallin actuel, est la conséquence de la transformation métamorphique de roches d'origine évidemment sédimentaire. Ce sont là, pour moi, des faits positifs, incontestables, mais qui pourront paraître d'autant plus étranges aux partisans des anciennes idées plutoniques qu'ils étaient habitués à considérer tous les porphyres comme des roches essentiellement éruptives et à les classer, pour la plupart et particulièrement ceux dont il est ici question, parmi les terrains de transition.

Quoi qu'il en soit, comme toutes les masses passées à l'état fragmentaire ou *trappéen*, facilement éboulables, les porphyres mexicains semblent souvent, à première vue, ne présenter qu'un amas confus de blocs, qu'un véritable chaos et être tout à fait dénués de stratification. Cependant, considérés avec soin et dans leur ensemble, on finit bientôt par reconnaître qu'ils sont formés d'assises parfaitement régulières, distinctes et qu'ils constituent, en un mot, un terrain d'une immense étendue et d'une puissance considérable, parfaitement disposé par couches qui se présentent toujours dans le même ordre de superposition et ont les mêmes caractères généraux, d'un bout à l'autre de cette vaste région.

Voici la succession des différentes zones que je suis parvenu à y reconnaître et que je divise en quatre étages principaux, savoir :

A. — Les porphyres les plus élevés, ceux qui forment la zone la plus moderne, se présentent généralement en masses épaisses d'un brun-marron clair, parsemées de petits cristaux de feldspath

blanc; ils sont presque toujours très-compacts et très-durs, ce qui me les a fait désigner sous le nom de *gros porphyres*. Quand ils couronnent les crêtes, ils y forment fréquemment des saillies ressemblant à de vieilles murailles que les habitants désignent par le nom de *bufas* ou *farillonis*. La chaîne du *Bernalejo* et de la *Escalera* à San-Luis Potosi, en partie couronnée par ces gros porphyres, présente les aspects les plus pittoresques; on dirait de nos vieilles forteresses moyen âge, et l'espèce de piton à formes carrées, appelé *Chiquihuitillo* (petite corbeille) qui, semblable à un fort détaché, domine celle voisine de *San-Pédro*, est une véritable *bufa* ou un *farilloni*. A San-Luis, comme à Zacatecas, comme à Sombrérété, comme à Guanajuato, comme à Tasco, etc. Ces *bufas* couronnent à la fois les formations porphyriques et métallifères. Ce sont ces mêmes porphyres qui, par un commencement de décomposition, donnent généralement naissance aux *roches branlantes*. Telles sont celles des environs de San-Luis; telles sont celles désignées sous le nom de *Peñas Carcadas*, au Réal del Montè, etc.

B. — Au-dessous de cet étage porphyrique, vient une série de porphyres trachytiques, légers, poreux, d'un gris ou blanchâtre, ou rougeâtre, ou lie de vin; ils sont parfois pénétrés de masses calcédonieuses et opalines dues à des sécrétions siliceuses qui se sont opérées dans toutes les fentes ou cavités (1); quelquefois, ils acquièrent une structure *Siliceo-amygdalaire* très-curieuse, mais ce ne sont là que des cas exceptionnels, car il sont généralement homogènes et conservent souvent des apparences de leur schistosité première que Galéotti appelait une *pseudo-stratification*, et, à ce sujet, ce botaniste-géologue cite les porphyres métallifères de *Pachuca*, de *Réal del Montè*, de la *Cuesta Blanca*, du *Cofré de Péroté*, du lac de *Chapala* dans l'État de Jalisco, comme ceux où ce caractère se fait surtout remarquer (*Notice géologique sur les environs de San-José del Oro; coup d'œil sur la laguna de Chapala*, insérée dans les *Bull. de l'Acad. des sciences de Bruxelles*, pour 1838). Mais si ces caractères stratigraphiques sont souvent effacés,

(1) C'est dans ces porphyres et principalement au cerro de *Villa Seca*, à l'ouest de Zimapan, que se trouvent les fameuses *Opales de feu*, dites de Zimapan ou du Mexique, et j'ai tout lieu de supposer qu'elles continuent à se sécréter dans leurs masses, qu'Ehrenberg a trouvées composées de millions d'infusoires, circonstance qui étonne beaucoup Burkart, à cause de leur structure poreuse, qui les lui fait considérer comme des trachytes d'origine ignée. (*Aufenthalt und Reisen in Mexico*, etc., 2 vol. in-8, Stuttgart, 1839.)

ils ont aussi été parfois parfaitement conservés et j'ai souvent observé ces porphyres en zones parfaitement distinctes, ayant subi des accidents de flexion, comme, par exemple, au San-Pédro, qui ne permettent pas de conserver le moindre doute sur leur origine sédimentaire.

Quelquefois ces porphyres renferment de nombreux débris de fragments de différentes roches préexistantes qui leur donnent une apparence bréchoïde, ce qui fait que Burkart, par exemple, considère ceux qui constituent les grotesques *bufas* de Guanaxuato, comme des porphyres douteux ayant le double caractère de porphyres et de conglomérats, puis il cite ailleurs ceux de Bolaños (État de Zacatécas) comme réunissant les caractères de porphyres et de brèches. De Humboldt, lui-même, avait été assez frappé de cette circonstance pour avoir dit quelque part qu'ils avaient parfois tout à fait l'apparence de vrais conglomérats.

Ce sont ces mêmes porphyres qui fournissent un peu partout, sous le nom de *Pierre de Cantera*, d'excellents matériaux de construction, se prêtant parfaitement à la taille. Quelquefois, enfin, ils fournissent des *pierres à filtrer* d'assez bonnes qualités.

La porosité habituelle de ces porphyres, comme celle de beaucoup de roches et d'autres porphyres trachitiques qu'on range à tort dans les roches volcaniques, principalement à cause de cette porosité, est due à des rapprochements moléculaires qui se sont opérés lors de leur transformation et c'est encore là un des effets du métamorphisme dont il sera surtout bon à l'avenir de tenir grand compte. Il faut donc bien distinguer cette porosité de celle des trachytes véritables, et des autres roches volcaniques qui, elle, est due à des boursoufflements déterminés par l'expansion des gaz ou des vapeurs d'eau interposées dans les masses plutoniques encore en ignition.

C. — Au-dessous de ces *roches de Cantera*, on rencontre une zone de porphyres généralement d'un gris blanchâtre; quelquefois très-blancs, souvent quartzifères, conservant partout et toujours leur couleur tranchée prédominante, en sorte qu'ils présentent un horizon géologique parfaitement distinct qui m'a beaucoup aidé à mettre de l'ordre dans cette formation, car je n'ai jamais manqué de la retrouver partout, soit dans les États de Zacatecas, de Nuevo-Léon, de Jalisco, etc., dans le nord; soit dans ceux de Michoacan, de Guerrero, de Vera-Cruz, etc., dans le sud; au Popocatépetl, comme à l'Iztaccihuatl. La première fois que j'ai rencontré cette roche, c'était à la base de la montagne de la *Escalera* de San-Luis; elle m'a beaucoup étonné et intéressé, car elle y était encore, en

effet, à l'état argileux, ressemblant à un kaolin remanié, mélangé de gros sable siliceux, mais en la poursuivant jusque dans la *Cañada del Lobo* (gorge du loup), je la vis passer insensiblement à un beau porphyre blanc quartzifère, très-dur qu'on y exploite pour dalles (*lozas*).

A Guanajuato, cette roche qui y est très-développée et y prend, par suite de mélanges, des teintes rubanées d'un très-beau vert clair (1) est exploitée comme *Pierre à bâtir* sous le nom de *lozero* qui lui a évidemment été donné à cause de la facilité avec laquelle on la divise en *lozas*.

Ce *lozero* repose sur des conglomérats rouges dont il va être parlé ci-après, et il se trouve lui-même vers sa base, à l'état de conglomérat formant une espèce de grès à gros grains de quartz hyalin enveloppés dans un ciment qui est très-probablement kaolinique; il ne passe tout à fait à l'état de porphyre que vers sa partie supérieure. Au-dessus viennent les porphyres trachytiques et bréchiformes dont il vient d'être question et constituant la *buja grande*.

Enfin, ce porphyre passe encore sur plusieurs points, à l'état de granite blanc, mais je reviendrai plus loin sur ce fait extrêmement intéressant et surtout très-concluant pour la théorie du métamorphisme normal.

D. — Après ces porphyres blancs succèdent divers autres porphyres de couleurs variées, bleuâtres ou violâtres, bruns ou verdâtres, généralement compactes que je ne m'arrêterai pas à décrire ici en détail; j'ajouterai seulement cette circonstance très-importante à signaler, car j'ai été bien longtemps moi-même avant de pouvoir m'en rendre parfaitement compte, c'est que ces roches, qui se présentent sur certains points à l'état de porphyres des mieux caractérisés, passent sur d'autres à des conglomérats plus ou moins grossiers, à des grès à gros grains, à des poudingues anagénitiques, à des brèches composées de fragments de roches très-variées; c'est à cet état qu'elles se présentent à Guanajuato, et l'on vient de voir

(1) Cette roche qui sert principalement à l'encadrement des portes et des fenêtres, fournit une nouvelle preuve de cette influence qu'exerce sur le goût des populations, aussi bien en Amérique qu'en Europe, la couleur générale des matériaux de construction, que je signalais dans un mémoire déjà assez ancien (*Sur la coloration des roches, etc.*, Bull. Soc. géol., 2^e sér., t. III, 330, 1846), car à Guanajuato tous les badigeons sont de la même couleur verte que le *lozero*.

que le *lozero* se pose immédiatement au-dessus. Ces conglomérats, qu'on peut surtout observer dans tout leur développement, entre Marfil et Guanajuato, n'ont pas moins de 200 mètres de puissance; leur teinte générale est le brun rougeâtre et depuis Sonneschmidt, de Humboldt, Burkart, Audres del Rio, Saint-Clair-Duport, etc., tous les géologues n'ont cessé de les assimiler au *vieux grès rouge* des Allemands! mais personne n'avait encore songé à établir leur parallélisme avec les porphyres et à les considérer comme les congénères de certains d'entre eux.

La ville de Zacatecas et le *minéral* voisin de Guadalupe sont aussi sur les conglomérats rouges couronnés au Nord par les collines porphyriques de *las Bufas* et de *Matapulgas* et au Sud par celles de la *Mesa del Cerillo* et de *las Canteras*.

Toute la série porphyrique qui n'a pas moins de 500 ou 600 mètres de puissance, se termine à San-Luiz Potosi, où les conglomérats sont représentés par des porphyres, par une assise vitreuse, noirâtre, espèce d'hyalithe, d'un aspect un peu résinoïde fort bizarre. Cette roche, à structure grenue, résulte de la transformation d'un grès très-siliceux, et à la Escalera, on la trouve en gros blocs au milieu d'un conglomérat un peu supérieur. Elle repose immédiatement sur les calcaires de la formation crayeuse, et ce contact des deux roches, que j'ai été assez heureux de pouvoir constater sur bien des points, peut facilement s'observer près de la *Zapotilla*, petit rancho situé à la base occidentale de la *sierra de San-Pedro*.

Les caractères que je viens d'établir d'une manière très-générale, en évitant d'entrer dans trop de détails, varient cependant beaucoup, car la transformation porphyrique de tous ces terrains, comme on l'a déjà pu voir, n'a pas toujours été partout tellement complète qu'il n'existe encore bien des points où les caractères sédimentaires originels n'ont pas complètement disparu, et où par conséquent on peut les constater. Il se présente même des cas où ces roches sont restées en partie à l'état de *chaux* ou de substances calcinées pulvérulentes. Les *bufas* généralement constituées par les gros porphyres de l'étage A présentent ordinairement de ces cas intermédiaires où le métamorphisme n'est pas encore arrivé à un état complet. Les bancs de la partie supérieure ont déjà acquis toute leur dureté et forment précisément ces *bufas* saillantes décrites plus haut, tandis que les couches de la base encore incomplètement métamorphosées ont conservé un certain état de mollesse qui les rend plus faciles à désagréger, et quelquefois même, tout à fait à la base, ce sont encore des masses argileuses au milieu

desquelles cependant on voit la cristallisation commencer à se développer.

Je citerai, entre autres localités où l'on peut reconnaître ces différents états transitoires, les environs de la ville de San-Luis, dans les différents endroits déjà cités, et au nord, vers le village indien de Mexquitic, route de Zacatecas; mais plus particulièrement dans l'État de Mexico, les environs de la Estancia, jolie petite hacienda, située dans la *sierra Madre Orientale*, sur la route qui conduit de Zimapan aux *minérals* de San-José del Oro et de la Incarnacion, ou de celui de Xacala. On pourra étudier et reconnaître dans cette localité la succession des couches dans leur état meuble argileux, depuis et y compris ce bizarre conglomérat siliceux et vitreux que j'ai signalé comme en formant la base. On y verra des masses fortement calcinées (*quémadás*, brûlées, disent très-bien les gens du pays) acquérir la structure trappéenne ou se jaspiser, pendant que les masses supérieures sont déjà passées à l'état plus ou moins complet de porphyre, preuve évidente, comme je le disais dans mes *Nouvelles observations sur le métamorphisme normal* (*Bull. Soc. géol.*, tome XV, page 119), que, si le métamorphisme procède d'abord d'en bas, il s'achève ensuite de haut en bas, à l'aide du concours des agents météoriques extérieurs.

Le géologue pourra trouver dans cette localité la clef des principaux phénomènes qui, à une certaine époque, ont transformé et modifié l'immense territoire qui constitue toute l'Amérique centrale jusqu'aux Rocheuses; il y verra la preuve évidente de l'origine sédimentaire de tous ces porphyres supposés jusqu'ici d'origine ignée; il y constatera enfin que la géologie de ces contrées devra à l'avenir être bouleversée ou plutôt renversée; qu'il faudra désormais mettre dessus ce qu'on avait cru devoir placer dessous, car les porphyres y couronnent tout l'édifice géologique, au lieu de le supporter comme on le supposait (1)!

(1) Il suffira, pour conserver leur intégrité à quelques-uns des documents géologiques déjà publiés, tels que, par exemple, la carte géologique des environs de Zacatecas et les coupes données par Burkart où les superpositions de terrain sont très-exactement indiquées, de seulement changer les noms anciens attribués aux différentes formations. Quant à la coupe géologique du district minier du Fresno dans le même Etat, donnée par Don Miguel Velasquez de León, dans le cinquième numéro du *Boletín de Geografía*, etc., il faudra replacer les porphyres de la *sierra de Valde Cañas* au-dessus des schistes et des calcaires crayeux métallifères de la montagne de *Proaño*. Il en est de

Une autre conséquence non moins importante pour lui devra résulter de l'observation de ces faits, c'est qu'il sera naturellement amené à admettre la possibilité de la transformation des porphyres eux-mêmes en granite, fait qu'il pourra aller vérifier au puertocito de *Loriço*, situé non loin de l'hacienda de *Buena Vista*, au nord de Quérétero; à *Comanjilla*, près de Guanajuato, et très-probablement à *Comanja* où j'ai également observé un très-beau granite blanc associé à des porphyres métallifères qui doivent probablement aussi se rapporter à l'étage B des porphyres trachytiques. Le granite signalé près de *Pegnon Blanco*, dans l'état de San-Luis, doit très-probablement encore être rapporté à notre étage C du terrain porphyrique. Enfin s'il veut traverser la chaîne du *Gigante*, il pourra aller étudier près de l'hacienda del *Rincon de Ortega*, à la base de son versant oriental (route de San-Félicé à Guanajuato) les différents passages du porphyre au granite, etc. Dans ces diverses localités il trouvera la démonstration la plus complète de ce que j'ai dit depuis longtemps, savoir : que la transformation progressive des masses argileuses peut successivement donner lieu à des pétrosilex, à des porphyres, à des gneiss ou à des granites, qui ne sont souvent à vrai dire, que les différents termes d'une même roche, suivant que les actions métamorphiques ont été plus ou moins prolongées ou plus ou moins intenses.

Qu'est-ce en effet qu'un *pétrosilex*? si ce n'est une masse argileuse qui a éprouvé un commencement de fusion, une espèce de vitrification analogue à la jaspisation ou à la porcelainisation; c'est une espèce d'eurite compacte où la cristallisation n'a pas encore pu se développer! et que sont les porphyres, que sont les eurites? ne sont-ce pas des espèces de pétrosilex à des degrés plus avancés de métamorphisme et où certains cristaux ont pu commencer à se développer! Que sont surtout enfin les granites eux-mêmes? si ce ne sont également des porphyres à bases plus ou moins siliceuses, dont la cristallisation s'est développée entièrement par un métamorphisme complet! Les passages insensibles qu'on observe fréquemment entre toutes ces roches auraient dû déjà, depuis longtemps, mettre sur la voie de ces phénomènes, si les idées pré-

même de l'excellente coupe de la *sierra Nevada* et des terrains compris entre Mexico et Puebla, par Don Joaquin Vélasquez de Léon, déjà citée, où il faudra au contraire faire glisser les calcaires de la plaine de Puebla sous les porphyres de l'*Iztaccihuatl*, au lieu de les laisser figurer au-dessous.

conçues sur leur prétendue origine ignée ne plaçaient pas comme un voile sur les yeux de la plupart des observateurs, pour les empêcher de voir bien les choses comme elles sont. Mais, dira-t-on, comment et par quels moyens ces changements ont-ils pu s'opérer? Ce sont-là des problèmes que je ne cherche pas à résoudre; je laisse au temps, comme toujours, le soin d'en amener la solution; je me contente maintenant de les signaler !..

De tous les faits qui précèdent, concernant les porphyres de l'époque tertiaire du Mexique, découle cette autre conséquence non moins importante que j'ai déjà fait remarquer, c'est que les filons métalliques de cette région, qui étaient également considérés comme très-anciens, sont au contraire très-modernes, puisque leur établissement, cause principale du métamorphisme des roches qui les enserrent, ne peut être que plus récent encore. Ce fait corrobore l'opinion que j'admets depuis longtemps, que la plupart des filons à métaux nobles ont une origine très-récente.

Il me reste, pour en finir avec le métamorphisme mexicain, à ajouter que j'ai encore été assez heureux pour pouvoir constater aussi, que les roches granitiques du *cerro de San-Cristobal*, du *minéral* de Guadalcazar, dans l'État de San-Luis Potosi, ne sont pas autre chose que la transformation métamorphique des masses argileuses, alternant parfois avec de petites couches de grès du système crayeux; et que je suis porté, en raison des circonstances de gisement, à considérer les roches granitoïdes et syénitiques de San-José del Oro et de la Incarnacion, dans la *sierra Madré Orientale*, comme ayant une origine tout à fait analogue: en effet, on voit dans le massif du *Chalchiltepetl* (Le Cangando), ces roches alterner d'une manière très-régulière et tout à fait concordante avec les différents étages de calcaires, probablement aussi de la formation crayeuse; et je crois que leur métamorphisme se lie à l'existence de la masse de fer oxydulé magnétique qu'il renferme et que, lors de mon passage, les frères Hann exploitaient et traitaient dans leur usine de la Incarnacion. Burkart assigne au *Chalchiltepetl* 3280 mètres de hauteur, tandis que Galeotti prétend qu'il en a 3700. Je n'ai fait que comparer son sommet avec les hauteurs voisines et je ne le trouve guère plus élevé que celui *del Doctor* qui n'atteint pas à 3000 mètres, mais il l'est beaucoup moins que le pic de l'*Aguila* qui n'atteint certainement pas à 3700 mètres.

Guadalcazar est une jolie petite ville, située au milieu d'une plaine fermée dont les eaux ne s'écoulent que par des *resumidéros*, conduits souterrains, véritables *katavothrous* ou cavernes de frac-

tures de la Grèce. Elle ne compte guère aujourd'hui qu'une population de 2500 âmes, mais cette population, comme celle de beaucoup de villes minières, a été, au temps de sa *bonanza* (moment du grand rendement de ses mines), beaucoup plus considérable. (On a vu souvent au Mexique des villes considérables surgir en quelques années avec une *bonanza*, puis disparaître tout à coup complètement avec le minerai.) Le *minéral* de Guadalcazar comprend des mines de mercure, et de sulfure d'argent, encore un peu exploitées; j'y ai reconnu un très-beau gisement de kaolin, d'une blancheur parfaite quoique accompagné d'un filon de fer hématite auquel il doit sa transformation kaolinique. Chose curieuse, la roche de kaolin est d'autant plus blanche qu'elle est plus immédiatement en contact avec le fer, en sorte que, loin de pénétrer la masse argileuse, ce filon semble avoir attiré à lui toutes les molécules ferrugineuses qui pouvaient y être contenues. Outre ce minerai de fer, il existe encore sur plusieurs points d'autres minerais de fer oxydulé et hydraté en *chapeaux*. Le minerai oxydulé est aurifère, pendant que le second, qui le recouvre et qui résulte de la décomposition de cet oxydure, ne contient plus traces d'or. Cette élimination évidente est sans aucun doute due, comme à Bérézowsk et comme l'a fort bien démontré M. Becquerel, à des phénomènes électro-chimiques et c'est à ces phénomènes que j'attribue la présence des paillettes d'or qu'on rencontre dans les sables ou *placers* de la plaine, où les orpailleurs du pays vont, après les pluies, les exploiter.

La montagne de San-Cristobal, dont l'altitude calculée est d'environ 2824 mètres, est un massif ayant une forme conique tronquée; elle résulte d'un *soulèvement circulaire*, sorte d'intumescence dont Boblaye et moi, nous avons cité un très-bel exemple en Morée, dans la montagne du *Ziria* (l'ancien Cyllène) (1). La transformation de ces roches m'a paru se lier complètement avec l'établissement de ces filons métalliques. Il est possible d'en suivre les gradations à mesure qu'on s'éloigne du massif central, en étudiant dans les ravins de fractures rayonnantes, les argiles, toutes les fois qu'on peut les apercevoir affleurer au-dessous des calcaires devenus très-durs, secs, cassants et subsaccharoïdes, en un mot, presque marmorisés. On y verra ces argiles, présentant déjà, comme à la *Noria*, située route de Tampico, une infinité de petits cristaux

(1) *De la configuration de la Grèce dans ses rapports avec la Géognosie*, p. 36 du texte et pl. VIII de la 2^e série et la carte III, f. II, du grand ouvrage de la commission scientifique de Morée.

de feldspath qui, n'étant pas encore agglutinés, les rendent en quelque sorte sableuses. Le même phénomène se produit un peu plus loin sur la même route, à la base de trois petits pitons porphyriques, véritables petites *bufas* situées près de l'hacienda *del Pozo de Acuña*. Dans les masses granitiques du San-Cristobal, on peut encore fort bien distinguer les petites couches de grès, transformées en une espèce de *greisen* et s'y présentant par zones qui figurent des *pseudo-filons*.

Ces faits que je m'étais contenté jusqu'ici d'énoncer sans donner de détails, ou sont passés inaperçus, ou ont été accueillis avec doute, car ils ne tendent à rien moins qu'au renversement des vieilles théories éruptives!... On n'abandonne pas si facilement des opinions qu'on a si longtemps partagées avec tout le monde!... Pour moi qui avais reconnu depuis longtemps déjà que les granites des Alpes, de la Bâtie, etc., que ceux de la Normandie et de la Bretagne étaient d'origine métamorphique, ces faits n'avaient rien qui pût m'étonner, mais ils avaient l'avantage de satisfaire pleinement à mes prévisions (1).

(1) Ce mémoire était déjà livré pour l'impression, lorsque parcourant de nouveau mes notes sur le Mexique, j'ai été amené à relire l'analyse que M. Boué avait donnée dans son *Résumé des progrès de la géologie en 1833*, *Bull. Soc. géol.*, tome V, 1834, de l'ouvrage de Burkart et des publications qui l'avaient précédé et j'y ai lu ou relu avec non moins de surprise que de satisfaction, les passages suivants, que je ne puis m'empêcher de reproduire, en faisant observer qu'ils datent déjà de plus de trente ans; voici d'abord ce qu'il dit à l'occasion des observations de l'auteur dans la province du Michoacan :

« On ne peut se figurer le plaisir que me causa cette description, » car il y a *cent à parier contre un* que ce grand terrain n'est autre » chose que le grès carpathique avec son calcaire crétaé et ses diorites. M. Burkart est tout aussi embarrassé de le classer qu'on » l'était jadis avant la connaissance approfondie du grès vert d'Angleterre et du système jurassique et crétaé de l'Europe méridionale. » C'est un autre rapport que le Mexique aurait avec la Hongrie, dont » elle offre si parfaitement les calcaires jurassiques, les schistes altérés, » les syénites, les porphyres métalliques, les trachytes, etc., » et plus loin M. Boué ajoute :

« L'auteur s'est trouvé aussi embarrassé que de Humboldt, pour » classer ces dépôts qu'il a bien vu recouverts comme en Transylvanie, » par des roches à aspect trachytique, mais dont la base lui est restée » cachée. Il les a donc rejetés encore, sans preuves péremptoires, » dans ce grand *magma*, qu'on appelle fort commodément le terrain » intermédiaire. Sa seule raison pour agir ainsi, est la présence de » quelques roches schisteuses, et encore avance-t-il que ces dernières

Depuis lors, j'ai eu occasion de reconnaître que les granites les plus anciens des Pyrénées, ceux qui forment la *selle* ou l'axe central de la chaîne, sont également métamorphiques, car ils contiennent comme ceux qui viennent d'être cités, de nombreux débris roulés ou anguleux de roches préexistantes. Ces enclaves, que le vulgaire considère comme des *taches*, n'ont point échappé, il est vrai, aux géologues, mais aucun d'eux n'a eu l'idée d'en déduire la *conséquence forcée* de leur origine sédimentaire et métamorphique et encore bien moins cette autre conséquence naturelle que la synthèse permet d'en déduire aujourd'hui, du métamorphisme général de tous les granites; or, ces débris prouvent non-seulement cette origine, mais encore ils démontrent, ainsi que je le faisais entrevoir dans mes premières *Observations sur le métamorphisme normal* (*Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. IV, p. 498), qu'il n'y a pas plus de roches *réellement primitives* dans les Pyrénées qu'il n'y en a sur les autres points du globe, puisque les roches les plus anciennes y renferment les débris de roches encore plus anciennes!... Enfin, depuis que j'ai également constaté que les diverses ophites des Pyrénées ne sont pas des roches ignées, mais des roches d'origine sédimentaire, j'en suis à me demander s'il existe dans cette chaîne une roche qu'on puisse considérer comme réellement ignée?

Quant aux porphyres, j'avais non-seulement constaté depuis longtemps que ceux de l'Allier, de la Loire, des environs de Roanne, etc. n'étaient que d'anciennes roches de sédiment modifiées, mais j'avais encore reconnu depuis plus de vingt-cinq ans que les porphyres euritiques et dioritiques de la Belgique, qui s'étendent en bande si régulière et si parfaitement parallèle au terrain silurien ardoisier, depuis Lessines, Quénast, les environs de Soignies, de Huy, jusque près de Liège, étaient métamorphiques. C'est près de Gembloux que je les ai observés pour la première fois et j'avoue que depuis lors, je n'ai jamais bien compris qu'après

» sont plus anciennes que certaines roches porphyriques et métalliques semblables d'Angangueo, de Réal del Monté, etc. D'après ce qu'on connaît maintenant de la Hongrie et de la Transylvanie, je ne doute pas que tous ces dépôts ne soient fort récents et que les schistes soient des roches altérées (métamorphiques, comme on dit aujourd'hui); mais je sais parfaitement que des géologues célèbres sont loin d'être de mon avis. L'avenir montrera de quel côté est la vérité.»

C'est donc pour moi un véritable bonheur d'avoir pu reconnaître et démontrer que la vérité était du côté du savant et estimable géologue viennois.

avoir observé une fois les points de contact et le passage des roches schisteuses à ces porphyres devenant massifs, on puisse encore conserver des doutes sur l'origine commune des deux roches. Ces porphyres renferment d'ailleurs aussi de nombreux débris de roches préexistantes, mais ils passent en outre à des grès modifiés, qui ont conservé encore quelquefois leurs caractères grenus originels. Ce sont ces mêmes porphyres, exploités sur plusieurs points pour pavés, que l'on emploie depuis une vingtaine d'années, concurremment avec les grès de Fontainebleau et de Beaumont, au pavage de Paris. Ils sont plus durs que les grès, mais ils ont le grave inconvénient, en se polissant, d'exposer bien plus les chevaux à des chutes fréquentes.

Il en est des porphyres verts antiques de la Morée que nous avons fait connaître, Boblaye et moi, sous le nom de *prasophyres*, comme de ceux de la Belgique. La coupe que nous avons donnée pl. II, fig. 2 de notre atlas de géologie de Morée, du gisement de cette roche, intercalée parallèlement aussi au milieu de schistes verdâtres et violacés auxquels elle passe par nuances insensibles, indique assez leur origine sédimentaire (1). Quant aux prasophyres des Vosges, leur origine sédimentaire serait également incontestable, si, comme on l'assure, on y a rencontré des empreintes de trilobites? Ce fait viendrait s'ajouter à celui déjà constaté par Boblaye de trilobites et autres fossiles au milieu des schistes macifères des Salles de Rohan.

Enfin, tous ces faits de métamorphisme sont encore rendus bien plus certains ou plus probables depuis que notre ami, le commandeur Angel de Sismonda, a trouvé une empreinte d'*Equisetum* sur un gneiss secondaire des Alpes! Voy. *Nota sul gneiss con emprenta di equisetum*, dans les *Memorie della Real Accademia delle scienze de Torino*, vol. XXIII, série 3^e.

Qu'aurait-on dit, il y a quelque vingt-cinq ou trente ans, si l'on avait eu connaissance de faits si irrécusables, si concluants? Or, ces faits vont se multipliant de plus en plus chaque jour et à ce

(1) Lorsque je fis voir des échantillons de ce prasophyre à l'illustré Alexandre Brongniard, je lui signalai surtout de petits noyaux siliceux, sphériques et pisaires, enveloppés d'une pellicule de pyrite de fer, il me fit, en les regardant à la loupe, cette réponse qui m'a beaucoup frappé: « Ils sont en effet très curieux, me dit-il, mais ils seraient encore bien plus curieux s'ils étaient d'origine organique. » Son esprit réellement progressif ne lui faisait donc pas repousser l'idée de l'existence possible de corps organisés au milieu d'une roche qu'il avait cependant classée avec les autres porphyres dans les roches ignées....

point que, bientôt, le domaine des *roches ignées* se verra réduit aux seules *roches volcaniques*. Aussi la théorie du métamorphisme compte aujourd'hui tant de chauds partisans, tant de défenseurs habiles, que je n'ai plus à redouter pour mes opinions de les voir violemment et acrimonieusement attaquées dans une chaire publique, comme en 1836, ou de les voir accueillies comme en 1845 par les plaisanteries sarcastiques de quelques plutonistes obstinés!...

M. Pillet adresse à la Société le travail suivant :

Le terrain argovien aux environs de Chambéry; par M. Louis Pillet, avocat à Chambéry.

Dans le voisinage des Alpes, le terrain *oxfordien* présente une physionomie particulière, qui a été signalée depuis longtemps à l'attention des géologues.

En 1840, M. Mousson, de Zurich, dans une monographie consciencieuse intitulée : *Geologische Skizze der Umgebungen von Baden im Canton Aargau*, décrivait les assises nombreuses et très-puissantes de ce terrain avec les fossiles caractéristiques qui y abondent. Il n'était point fixé encore sur son âge, vu la prédominance des coralliaires et des spongiaires; il proposait de le rapporter au corallien.

Dès 1844, trouvant les mêmes couches dans le Jura salinois, M. Marcou reconnut qu'elles sont inférieures au corallien et bien plus anciennes. Il en fit un étage spécial, sous le nom d'*argovien*, nom qui a été adopté par tous les géologues suisses.

Sur le prolongement au nord des montagnes de l'Argovie, dans le Wurtemberg et le grand-duché de Bade, on a retrouvé les mêmes terrains, avec le même *facies*. M. Quenstedt, professeur à la Faculté de Tubingen, les a décrits sous le nom de *Jura blanc*. Pour ne rien préjuger sur leur synchronisme avec les étages de la série anglaise ou française, il s'est borné à distinguer chaque étage par une lettre de l'alphabet grec α , β , γ , δ (*Das Flötzgebirg Wurtembergs*, Quenstedt 1843, et *Der Jura*, du même auteur, 1860).

M. Oppel, de Stuttgart, dans son excellent ouvrage publié en 1856, 1857 et 1858 : *Die Juraformation Englands, Frankreichs und des sudwestlichen Deutschlands*, s'est proposé pour but de combler cette lacune et d'établir le rapport exact des couches jurassiques de son pays avec celles des pays voisins, et surtout avec les types de l'Angleterre.

Le travail que les géologues allemands ont fait pour leur pays au nord de l'Argovie, je voudrais le tenter pour les départements français, au sud du même canton. Je me suis demandé si le *facies* exceptionnel du terrain *argovien* se prolonge en Savoie, comme il s'étend au nord, dans la Souabe; j'ai cherché surtout comment il s'y comporte au contact des chaînes du Jura normal, dans le voisinage des régions plus méridionales où les terrains jurassiques revêtent une forme toute différente.

Le bassin de Chambéry offre une série de roches dénudées, redressées, coupées par des cluses profondes, très-propices pour cette étude.

Ce bassin est borné à l'ouest par la chaîne du *Mont du Chat*, appartenant au Jura proprement dit, où l'oxfordien se présente avec son type classique. Plus près encore de Chambéry, le bassin est coupé par le chaînon de la Chambotte, d'Otherans, du grand Som, tantôt caché sous terre, tantôt redressé jusque dans les nues, qui forme la limite extrême du Jura et arrive presque aux portes de la ville.

Dans ces chaînes, les terrains jurassiques sont dans leur état normal. Pour ne parler que de l'étage oxfordien, que j'étudie aujourd'hui, il repose à Chanaz et à Lucey sur un minerai de fer oolithique, riche en fossiles du *callovien*, associés dans le haut à ceux de l'*Ornatenton* (Oxford-clay). Au-dessus, un calcaire à *Scyphia*, avec *Ammonites plicatilis*, *oculatus*, etc., *Terebratula lacunosa* et nombreux spongiaires, ne dépasse pas une épaisseur de 5 mètres. Des calcaires hydrauliques épais de 50 à 100 mètres terminent la série oxfordienne et y sont recouverts par un calcaire à *chailles*, base du corallien.

A Chambéry, à deux kilomètres à l'est de ce Jura normal, tout est changé: c'est le type *argovien* qui se présente avec ses fossiles, avec ses épaisseurs relatives, dans la chaîne de Nivolet, qui forme le sous-sol de la ville.

Le Nivolet semble sortir de terre dans les rues même d'Annecy; de là, sous les noms de Semnoz, puis de Nivolet, il se divise au sud-sud-ouest vers Chambéry, où il se rapproche de la chaîne jurassienne de la Chambotte, et vient se heurter contre elle, un peu au sud de la ville, dans le cirque pittoresque de Montagnole, puis il continue, par le mont Grenier, jusqu'à Grenoble.

Près de Chambéry, il est coupé par une cluse large et profonde, une espèce de *cluse-valton*, dans laquelle passent la route et le chemin de fer de Montmélian. Vers le même point, il s'en détache un chaînon, qui, sous le nom de *Lémenc*, supporte les con-

structions d'une partie de la ville. Lémenc, comme Nivolet, appartient au type *argovien* le plus pur des géologues suisses.

Je vais d'abord décrire sommairement ces couches, près de Chambéry. J'essaierai ensuite de jeter un coup d'œil d'ensemble, et d'en déduire quelques conclusions générales.

Description du terrain.

1° Nul ne peut dire où et comment les rocs de Lémenc reposent sur le callovien ou sur les autres terrains de la série jurassique. Dans les points les plus profonds qu'on ait atteints, on ne trouve qu'une masse feuilletée, grise, friable, formant des talus gazonnés au pied des escarpements argoviens. On en voit plus de 100 mètres à la *Croix-Rouge*, sans qu'on puisse affirmer qu'on en ait découvert la base.

Les fossiles y sont rares : ce sont des moules de petites Ammonites, *Ammonites plicatilis* (d'Orb.), toujours de très-petite taille, *A. tatricus*, *A. tortisulcatus*, vraies miniatures de l'espèce. Avec ces Ammonites se rencontre leur compagnon ordinaire, l'*Aptychus lamellosus*, réduit aux mêmes proportions.

Par leur position, par leur physionomie extérieure, ces marnes rappellent celles qui, dans la Souabe, sont caractérisées par la *Terebratula impressa*, et qu'on a appelées *Impressakalk* (Jura blanc α de Quenstedt).

Cependant, comme à Chambéry je n'ai jamais trouvé ni ces fossiles, ni ceux qui caractérisent le même étage, comme je n'y ai même jamais vu un seul fossile silicifié (ce qui est encore un des caractères de l'*Impressakalk* des Allemands), je n'hésite pas à dire que ces marnes sont bien distinctes de ce dernier terrain. Je les rattacherai plutôt au calcaire que je vais décrire, dont elles forment la base, ici comme dans la vallée de l'Isère, où M. Lory les a trouvées bien plus puissantes encore et dans la même position (*Description géologique du Dauphiné*, par M. Charles Lory, Paris, Grenoble, 1860).

2° Sur ce premier étage reposent des dalles minces d'un calcaire gris, terreux, en assises régulières de 10 à 40 centimètres d'épaisseur dans le bas. Elles passent insensiblement à des couches plus épaisses de 2 à 3 mètres de puissance, formant une excellente pierre de taille dans les carrières de Lémenc et de la *Croix-Rouge*, sur Chambéry. Elles se dessinent en un long ruban de couleur claire sur la colline de Lémenc, depuis le faubourg du *Reches* jusqu'à *Saint-Saturnin*, puis le long de *Nivolet*, depuis *Saint-Saturnin*

jusqu'à Méry et à Claufont. Au sud de Chambéry, on les voit également à la fontaine de Saint-Martin, et mieux encore à la cascade de Jacob.

Ces calcaires n'ont pas moins de 100 mètres d'épaisseur. Les fossiles se trouvent principalement dans les marnes intercalées entre les dalles inférieures. Voici la liste des principaux :

Belemnites unicanaliculatus (Zucl), *Ammonites plicatilis* (d'Orb.), *A. oculus* (id.), *A. pictus* (Schloth.), *A. inflatus binodus* (Quenst.), *Aptychus laevis* (id.), *A. lamellosus* (id.), *Nerita jurcensis* (id.), *Isarca texata* (Goldf.), *Ostrea Rameri* (Quenst.), *Terebratula lacunosa* (le Buch), *Collyrites carinata* (Vesor), *Holctypus Mendelslohi* (id.).

Toutes ces espèces sont caractéristiques de l'argovien des géologues suisses, Jura blanc β de Quenstedt. Je n'y ai trouvé mêlée qu'une *Ammonites Jason* (Sow), espèce dont la station normale serait dans un terrain plus ancien, le *callovien*, et qu'on trouve effectivement dans le minerai de fer de Chanaz. Ces quelques individus survivants, passant dans une couche plus récente, se rencontrent ailleurs et constituent un des traits les plus intéressants à constater dans la paléontologie stratigraphique.

Dans la série du Jura français, cette couche correspond à la base du *Calcaire à Scyphia*; mais il me semblerait étrange de donner ce nom à une assise qui ne contient pas un seul spongiaire, qui est, d'ailleurs, vingt fois ou cent fois plus épaisse et d'un tout autre aspect que le *Calcaire à Scyphia* ordinaire.

Si l'on consulte l'ouvrage de Mousson : *Geologische Skizze, etc.*, on voit que, dans le canton d'Argovie, les mêmes Ammonites, avec les mêmes dimensions et le même faciès, s'y trouvent dans une position identique. C'est ce qui m'autorise à désigner nos calcaires de Lémenc, sous le nom d'*argovien*, comme l'ont fait tous les géologues suisses, pour le même étage, dans leur pays.

3° Au-dessus des carrières de Lémenc, la roche devient moins compacte, les couches moins épaisses, moins régulièrement stratifiées. De minces assises de calcaire blanc, à grain fin, presque lithographique, sont coupées par des marnes argileuses. Les marnes présentent des moules d'*Ammonites plicatilis*, *Aptychus*; j'y ai trouvé récemment un fragment de *Terebratula diphya*, la même qui caractérise les couches à ciments de Grenoble. Cet échantillon, quoique bien fruste, est cependant précieux pour nous; il établit le synchronisme des deux formations.

Dans les calcaires, en un point où ils deviennent arénacés et

passent à une dolomie véritable, j'ai trouvé les fossiles suivants :

Belemnites unicanaliculatus (Ziet.), *B. Sauvanausus* (d'Orb.), *B. Didayanus* (id.), *B. Coquandus* (id.), *Ammonites plicatilis* (id.), *Nerinea*, *Pholadomya*, *Isoarca*, *Modiola tenuistriata* (Goldf.), *Pecten*, *Ostrea*, *Terebratula reticulata* (Quenst.), *T. lacunosa* (de Buch), *Terebratella pectunculus* (Schloth.), *Cidaris coronata* (Goldf.), *Echinus nodulosus* (id.), *Collyrites granulosa* (Quenst.), *Glypticus hieroglyphicus* (Agass.), *Radioles de cidaris glandifera* (Goldf.), *R. de Rabdocidaris nobilis* (Desor), *Pentacrinites subteres* (Quenst.), *P. cingulatus* (Goldf.), *Eugeniocrinites caryophyllatus* (Quenst.), *E. Hoferi* (Goldf.), *Solanocrinites scrobicularis* (Goldf.), *Serpules*, *Cerriopora*, *Montlivaltia*, *Astræa*, *Meandrina*, *Spongites*, *Tragos*, *Scyphia*.

Ces fossiles si nombreux et si caractéristiques suffisent à nous prouver que nous avons bien ici le *Jura blanc* γ et δ de Quenstedt, le vrai *Scyphiakalk* du Jura allemand, que nous pouvons appeler *argovien supérieur*, puisque, dans le canton d'Argovie, c'est lui qui termine la série oxfordienne et se trouve recouvert immédiatement par le corallien.

4° Il n'en est pas de même aux environs de Chambéry et de Grenoble. Là, le calcaire à *Scyphia* est recouvert par une formation bien disparate : ce sont des marnes argilo-calcaires friables, d'un gris clair, propres à fournir le ciment romain.

A Vérel, près de Chambéry, au point où la marne repose sur le calcaire à *Scyphia*, se présente un curieux phénomène : sur une épaisseur de 5 à 6 mètres, la marne grise est remplacée par une dolomie d'un blanc jaunâtre, se délitant à l'air et se réduisant en un sable dont chaque grain est un rhomboèdre double de chaux et de magnésie. Cette dolomie est connue dans la commune sous le nom de *sable* et utilisée pour les mortiers ; je la considère comme un dépôt d'une source minérale, qui aurait suinté autrefois dans cette fissure.

A Montagnole, à quelques kilomètres au sud de Vérel, la marne est coupée par des lits nombreux, souvent épais, d'un calcaire lumachellique, fétide, qui semble appartenir à la même formation. On dirait que ce sont des courants sous-marins, qui auraient trié les débris en suspension dans la mer, les auraient semés sur leur passage, où ils se seraient ensuite agglutinés en une roche compacte.

Les fragments triturés de la lumachelle sont trop menus pour être susceptibles de détermination. Néanmoins, ils m'ont paru provenir presque tous de la trituration du calcaire à *Scyphia* ;

ainsi j'y ai reconnu des débris de *Belemnites unicanaliculatus*, *Aptychus*, *Isoarca*, *Pecten*, *Cidaris coronata* (plaquettes et radioles), *Encrines*, etc.

Cependant, les mers qui trituraient et remaniaient les roches de la période précédente y mêlaient aussi quelques espèces nouvelles, qu'on rencontre plus abondamment dans les couches marneuses. Ce sont des dents de *Sphænodus*, de *Pycnodus*, des *Natica*, *Pleurotomaria*, *Ammonites tortisulcatus* (d'Orb.), qui apparaît ici pour la première fois, — *Ostrea dilatata*, etc.

L'épaisseur des marnes à ciment est assez variable. A Vérel, elles ont de 50 à 100 mètres; à Montagnole, pas moins de 300 mètres. Il est regrettable que les essais d'exploitation de *ciment romain* tentés dans cette localité n'aient pu se soutenir; il y en a là une mine inépuisable, et pour des siècles.

5° Sur ces marnes vient une masse bien plus puissante encore de calcaires argileux, gris blanchâtre, en couches minces coupées de lits marneux. Cette formation n'a pas moins de 500 mètres d'épaisseur.

Vers leur base, ces calcaires hydrauliques contiennent de nombreux *Collyrites carinatus*. Au même niveau, on remarque des espèces de bourses calcaires informes, pourvues d'un tuyau recourbé en forme de pipe. Je les avais considérées d'abord comme des *Scyphia*, mais il m'a été impossible d'y découvrir la moindre trace d'organisation. Ne serait-ce pas plutôt la cavité creusée dans la boue par un mollusque, ou un échinoderme, avec le canal qui y amenait l'eau?

Dans la masse énorme des calcaires hydrauliques, qui viennent au-dessus, je n'ai pu reconnaître que les espèces suivantes :

Belemnites, *Nautilus* énorme, *Ammonites plicatilis* atteignant souvent de grandes dimensions, *A. tortisulcatus*, *Hamulina*, *Pecten subarmatus* (Munst.), *Plagiostoma*, *Ostrea*, *Terebratula*, *Tragos* fort rare.

Ce qui domine, ce sont les *Ammonites*, dont plusieurs me paraissent d'espèces nouvelles et inédites. Comme elles ne sont qu'à l'état de simples moules noyés dans la roche, souvent mutilés, je n'oserais pas en essayer une monographie, jusqu'à ce que j'en aie pu recueillir plusieurs exemplaires se complétant l'un par l'autre.

Dans l'Allemagne et l'Argovie, nous ne trouvons plus l'analogue de ce terrain; en revanche, il me paraît fort bien décrit par MM. Desor et Gressly, dans leur *Description du Jura neuchâtelois*. Là, comme chez nous, la base est formée par une marne

à *Collyrites carinatus* (C²); elle est recouverte par des marnes et des calcaires hydrauliques avec nombreuses Ammonites (C¹), puis par des calcaires schisteux sphéroides et des marnes à *Scyphia* supérieures (a et b).

Dans le Jura neuchâtois, cet ensemble est couronné par les calcaires corallien et kimmérien, tandis qu'à Chambéry ces deux terrains manquent; c'est le valangien qui repose immédiatement sur l'oxfordien.

Ainsi, pour jeter un coup d'œil d'ensemble dans la Souabe et dans l'Argovie, le calcaire à *Scyphia* termine la série oxfordienne; vers Neuchâtel il est recouvert par des marnes à ciment et par des calcaires hydrauliques. Dans ces deux régions, la période jurassique se termine par le corallien et le kimmérien.

A Chambéry les marnes et les calcaires hydrauliques se continuent comme à Neuchâtel, mais il n'y a plus ni corallien ni kimmérien.

Plus au sud, à Grenoble, les marnes à ciment ont donné lieu à des exploitations importantes au point de vue industriel. Elles se signalent surtout aux yeux du géologue par la présence de la *Terebratula diphya*, fossile caractéristique de cet étage et de cette région. Cette formation descend au sud jusqu'à Vif.

Plus au sud encore, dans la Drôme, la Provence, le Languedoc, les marnes à ciment ont disparu à leur tour, et le néocomien inférieur repose directement sur un calcaire compacte, à Ammonites qui doit correspondre à notre calcaire à *Scyphia* ou à l'argovien des environs de Chambéry.

Considérations géologiques.

Les variations que je viens de signaler dans la série oxfordienne ont donné lieu à diverses hypothèses.

Un géologue éminent, qui fut longtemps le doyen de la science, l'inépuisable Léopold de Buch, avait proposé de distinguer trois types du jurassique supérieur: le type de l'Angleterre et du nord de la France (auquel appartiendrait notre Jura jusqu'à la chaîne de la Chambotte), le type méditerranéen (depuis la Crimée jusqu'aux Pyrénées), et enfin le type moscovite. *Caractères distinctifs des couches jurassiques supérieures dans le midi de l'Europe* (Lettre de M. L. de Buch, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, séance du 7 avril 1848).

L'illustre paléontologiste se fondait, pour établir le type méditerranéen, sur la présence des grands *Aptychus*, de l'Ammonites

tricus, de la *Terebratula diphya* et d'autres fossiles. Il en concluait que cette région avait été occupée par un océan distinct, peuplé de mollusques spéciaux, à la fin de l'ère oxfordienne.

Victor Thiollière, de Lyon, admettait les trois types de L. de Buch; mais, au lieu de les baser exclusivement sur la présence de quelques fossiles, il signalait une différence bien plus profonde; suivant lui, le type *anglo-français* présente la série complète des étages jurassiques, depuis l'infra-lias jusqu'au portlandien; le type *moscovite* se réduirait à un seul, l'oxfordien; le type *méditerranéen*, espèce de terme moyen, en contiendrait deux, le lias à la base et l'oxfordien au-dessus (*Note sur les terrains jurassiques de la partie méridionale du bassin du Rhône. — Bulletin de la Soc. géol. de France, séance du 8 novembre 1847*).

Une étude plus exacte des localités et la découverte de plusieurs étages jurassiques précédemment inaperçus ont fait tomber ces hypothèses, au moins prématurées, des trois océans distincts.

Dans sa *Description géologique du Dauphiné* (Paris, — Grenoble, 1860), M. Lory propose une théorie bien plus rationnelle: les calcaires de la Porte-de-France se seraient déposés sur le fond d'un vaste détroit limité à l'est par la région des chaînes des Alpes, à l'ouest par le plateau central... Dans ce même détroit de plus en plus rétréci se seraient déposées les marnes à ciment, entre Chambéry et les environs de Vif. Puis ce bras de mer aurait été lui-même progressivement comblé et mis à sec avant la fin de la période oxfordienne (§ 147, page 269).

Ainsi, ce ne serait plus une Méditerranée isolée des autres océans, mais un simple détroit en communication avec le vaste océan oxfordien, un détroit recevant une faune spéciale. A ce point de vue, nous sommes entièrement de son avis, et nous sommes heureux de pouvoir l'appuyer des faits réunis dans cette note. Nous voyons en effet, à Chambéry, la faune à *Terebratula diphya* de Grenoble venir se fondre avec la faune classique de l'Argovie.

Si le jurassique présente, le long des Alpes, un facies différent de celui des collines de l'Angleterre et du reste de la France, cela tient à ce que les Alpes émergées vers cette époque, recouvertes des boues noires et molles du lias, ont dû verser des torrents fauveux dans les mers adjacentes. Cette circonstance locale a dû modifier et l'aspect physique des roches déposées dans ces mers et surtout la population qui les habitait. Ainsi, dans le même océan, suivant qu'on était plus près d'un rivage ou de l'embouchure d'un cours d'eau, on avait ou le type *argovien*, ou le type *anglo-français*.

Contre cette hypothèse il restait quelques objections : ainsi, M. Lory avait signalé sur le plateau d'Aisy, près de Nogarey, les couches oxfordiennes surmontées par un calcaire qu'il jugeait callovien. Ce calcaire contenait en effet les *Ammonites anceps* (Rein.), *A. Adelæ* (d'Orb.), *A. Hommairei* (d'Orb.), *A. viator* (d'Orb.), toutes déterminées par Alc. d'Orbigny lui-même et caractéristiques du callovien (*ibid.*, § 143, p. 267).

Autre anomalie plus étrange encore ! Immédiatement sur cette couche calloviennne viendrait le calcaire corallien, avec ses polypiers et même ses couches de dolomie (*ibid.*, § 149, p. 275).

Comment expliquer ce retour du callovien, au dessus de la couche oxfordienne, en contact avec le corallien ? Il y avait là une dérogation apparente aux lois de la paléontologie, dans une région peu accidentée, où il était impossible de supposer un renversement de couches.

Ces dérogations aux lois générales m'inspirent toujours une grande défiance ; j'éprouvais le désir de vérifier la localité, en compagnie de mon ami, M. Lory, qui avait reçu ce fait de ses devanciers et n'était pas moins désireux que moi de le vérifier de plus près.

Qu'avons-nous trouvé ? Le calcaire à Ammonites d'Aisy est indubitablement le même que celui de Lémenc, près de Chambéry, l'argovien des géologues suisses. Il est bien dans la position normale, au-dessus des marnes grises inférieures. Si Alc. d'Orbigny y a reconnu des espèces calloviennes, ce sera peut-être sur des échantillons frustes, comme ils le sont tous dans ce terrain, ou peut-être encore sur de rares individus qui, dans ces parages, auraient survécu, comme l'*Ammonites Jason*, que j'ai signalée ci-dessus à Lémenc.

Quant au corallien et à la dolomie qui surmontent ce calcaire à Aisy, ils ne sont que la continuation, la reproduction exacte de notre couche à *Scyphia* de Lémenc, avec les mêmes polypiers, les mêmes *Encrines*, les mêmes radioles de *Cidaris glandiferus*.

Ainsi disparaît toute apparence d'anomalie. Le type argovien se suit depuis le Wurtemberg jusqu'à Chambéry, jusqu'à Nogarey, qui est, jusqu'à ce jour, le point le plus méridional où il ait été reconnu.

D'autres observateurs nous diront s'il s'étend plus loin encore et si les mêmes causes ont reproduit les mêmes effets dans quelque autre bassin, sur le pourtour des Alpes.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Arnaud :

Des argiles lignitifères du Sarladais ; par M. Arnaud.

Lorsqu'on étudie dans le S.-E. du département de la Dordogne les derniers affleurements de la craie, et qu'on en recherche le point de contact avec les terrains jurassiques, on remarque qu'ils sont généralement séparés par une formation plus ou moins puissante d'argiles, comprenant des dépôts de lignites variables dans leur épaisseur et connus depuis plusieurs années sous le nom de *lignites de Simeyrols*.

Bien que la région tourmentée où ces dépôts ont été reconnus ait, par suite de bouleversements ultérieurs, souvent éprouvé dans les rapports des couches des modifications qui en dissimulent l'existence et en rompent la continuité, l'argile lignifère peut, à un point de vue général, être considérée comme constante dans la position que nous venons de lui assigner ; elle a été reconnue, dans un rayon de plus de 25 kilomètres à vol d'oiseau, dans les communes de Simeyrols, Saint-Pompon, La Chapelle-Péchaud, Veyrines et Saint-Germain, où nous en avons constaté la présence, à la Malvie, dans les fossés mêmes de la route.

Elle repose sans intermédiaire sur les couches supérieures du terrain jurassique, qu'elle recouvre transgressivement ; tantôt sur les calcaires marneux supérieurs à *Ostræa virgula* (la Chapelle-Péchaud), tantôt sur les calcaires moyens de cet étage, caractérisés par une roche solide, lithographique, à *Aptocrinus Roissyi* (Simeyrols).

Elle a pour toit, sur les points dénudés, la mollasse avec mine-rai de fer très-répendue dans le Périgord (Rouffet, commune de la Chapelle-Péchaud), et, sur ceux où les dépôts supérieurs ont été respectés, les calcaires de la craie moyenne caractérisés, à un faible niveau au-dessus de la base, par les *Ostræa columba* et *carinata*, la *Terebratula biplicata*, et l'*Inoceramus problematicus* (Font-de-la-Veuve, commune de Veyrines, Saint-Germain, Simeyrols.)

On rechercherait vainement, sur ces derniers points, dans les couches crétacées, les traces d'un remaniement ultérieur ; la vérification du fait peut s'opérer facilement près du hameau de la Serre, où les galeries d'exploitation du lignite ont été poussées dans la direction S, à une centaine de mètres de profondeur, sous un manteau crétacé de 30 à 40 mètres d'élévation. L'étude du coteau montre, dans la succession des formes, l'ordre normal et

régulier de leur apparition, à partir des couches à *O. colomba* jusqu'aux rudistes provençaux, et la constitution minéralogique des couches a, de son côté, subi les modifications normales relatives à l'étage qu'elles caractérisent. Un remaniement postérieur au dépôt n'eût certainement pas respecté cet ordre de double succession.

Cette formation est-elle le prolongement des argiles lignitifères de l'île d'Aix dont l'existence a été généralement constatée, dans les deux Charentes, sur la limite septentrionale du bassin crétacé du S. O. ? Bien que les nombreuses failles qui, dans la Dordogne, font souvent heurter les étages supérieurs de la craie contre le terrain jurassique (1), ne permettent pas une vérification directe, tout porte à le présumer : la nature des dépôts argileux, leur position constante entre les calcaires du Jura et les premières couches marines de la craie, la présence commune dans leur sein des gypses, des pyrites, des débris végétaux et des troncs d'arbres passés à l'état de lignite à l'île d'Aix et reconnaissables, soit sous la même forme, soit sous la forme siliceuse, dans les exploitations de Simeyrols.

Les argiles lignitifères du Sarladais n'ont cependant pas été recouvertes par les dépôts marins de la craie au même moment que celles des deux Charentes ; tandis que celles-ci étaient arrêtées dans leur développement à une époque correspondant aux grès du Mans, supérieurs à la zone des *Turrilites costatus* et *Scaphites æqualis*, les lignites du Sarladais continuaient à se déposer parallèlement à ces grès, jusqu'à l'apparition des marnes à *Tercebratella carentonensis*, dont l'invasion sur ce point confirme l'opinion que nous avons émise sur leur origine et la modification générale apportée simultanément à leur apparition dans les dépôts qu'elle devait caractériser (*Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XIX, p. 476 et 477.)

Ce que nous venons de dire des gisements lignitifères de la Dordogne suffit pour faire pressentir qu'on ne peut leur attribuer une origine marine ; des fossiles déformés, déposés au musée de Périgueux et que nous avons cru pouvoir rapporter à des Naïces et à des Cérithies, nous avaient, en premier lieu, rattaché à une opinion contraire, dans laquelle l'étude de la faune sur les lieux mêmes ne nous a pas permis de persister. Lors d'une visite faite

(1) On voit sur le chemin de fer de Périgueux à Brives, entre les stations de Milhac et de Thenon, un remarquable exemple de ces dislocations : à Limeyrac, une faille traversée par la voie ferrée fait heurter l'étage campanien inférieur contre les couches moyennes de l'étage kimméridgien ; entraînant ainsi une dénivellation de plus de 450 mètres.

en 1864 à Simeyrols, nous avons pu reconnaître, dans des lentilles calcaires rencontrées au milieu même du dépôt, des *Ampullaires*, des *Mélanies*, des *Physes* et d'autres espèces appartenant certainement à une formation d'eau douce; cette faune s'est complétée depuis par des *Corbules* et des *Cyrènes* recueillies dans les gisements de la Chapelle Péchaud.

La détermination de cette faune n'établit pas de différence entre les couches qui la renferment et les argiles lignitifères des deux Charentes; on n'a point, en effet, jusqu'à ce jour, reconnu dans ces argiles de faune qui leur soit propre; le *Teredo Fleuriavi* trouvé à l'île d'Aix doit être considéré comme épigéniqne, c'e-t-à-dire comme appartenant en réalité à une époque postérieure au dépôt des lignites, aux mers crétacées qui les ont baignés apres coup.

Il y aurait même lieu de se demander si les couches fluvio-lacustres du Pays bas, dans les deux Charentes, attribuées par M. Coquand à l'horizon de Purbeck, doivent être séparées des argiles lignitifères; l'identité de position, la similitude des éléments qui constituent ces dépôts, paraissent relier ces deux formations, que rattache encore l'extrême analogie des faunes.

Nous avons donné dans le *Bulletin* (t. XIX, p. 471) la coupe d'une galerie exploitée en 1861 à Simeyrols; il reste, pour compléter cette étude, à faire connaître, sur les autres points où les travaux ont été entrepris, la constitution de la formation qui nous occupe.

Les galeries exploitées à Simeyrols en 1861 64, dans la partie la plus voisine de la route, ont été abandonnées et les efforts de l'exploitation se sont concentrés à l'O. de ce point; les galeries ont été poussés, sur deux niveaux différents, à une centaine de mètres de profondeur; elles présentent de bas en haut la coupe suivante :

Jurassique. . .	Calcaire jurassique à <i>Apiocrinus Roissyi</i> .	
Argiles lignitifères fluvio lacustres.	Lignite compacte.	4 mètre à 4 ^m ,50
	Schiste bitumineux.	0 ^m ,80
	Lignite friable non exploité.	4 ^m ,50
	Schiste.	0 ^m ,70
	Lignite tantôt homogène, tantôt divisé en deux ou trois bancs par des veines argileuses.	2 ^m ,50
	Filets argileux ou schisteux.	0 ^m ,50
	Argiles	0 ^m ,40
		<hr/> 7 ^m ,90

En remontant le coteau au-dessus de la galerie, on trouve :

Couches marines de la craie moyenne.	}	Calcaire dur, jaunâtre, miroitant. . .	0 ^m ,50
		Calcaire gris, fin, à <i>O. columba</i> , <i>O. carinata</i> , <i>Inoceramus problematicus</i>	4 ^m ,00
		Calcaire dur, en plaquettes, à <i>Ammonites Rochebruni</i>	0 ^m ,50
		Calcaire friable, à <i>Arca Noueli</i> , <i>Pterodonta intermedia</i> , <i>Hemiaster Verneuili</i>	12 ^m ,00
		Calcaire noduleux.	2 à 3 ^m ,00
		Calcaire dur, à <i>Hippurites organisans</i> et <i>Sphærolites salignacensis</i> , Bayle.	5 à 6 ^m ,00
		26 ^m ,00	

La comparaison de cette coupe avec celle que nous avons rapportée en 1862 montre un développement plus considérable des couches carbonifères.

Près de la route de Belvès à Domme, entre le lieu dit le Truc et la Font-de-la-Veuve, commune de Veyrines, un puits de recherche, ouvert près de la base du coteau, a atteint le lignite après avoir traversé les couches suivantes :

Éboulis.	4	mètre.
Calcaire gris, tendre, d'un grain fin, avec quelques fossiles crétacés, de 0 ^m ,35 à	4	—
Argiles plus ou moins bitumineuses. . . .	8	—
Lignite compacte.	2	—
	12	—

La galerie a été poussée à 6 mètres sous les calcaires, et la couche du charbon s'est épaissie à mesure qu'on s'est avancé sous le coteau.

Un autre puits foncé près de Fontdomniers, commune de la Chapelle-Péchaud, a traversé les couches ci-après :

Craie moyenne.	{	Calcaire marneux jaunâtre. . .	6 ^m ,00	
Argiles lignitifères.	}	1° Lignite compacte, comprenant deux veines de schiste bitumineux, de 0 ^m ,15 chacune.	1 ^m ,50 à 4 ^m ,60	} 2 ^m ,00
		2° Argile avec lentilles calcaires.	0 ^m ,40	
Jurassique. . .	{	Calcaire kimméridgien.		

Enfin, la principale galerie exploitée au S. du hameau de Rouffet, même commune, a donné, de haut en bas, la coupe suivante :

Tertiaire.	{	Sable quartzeux, avec minerai de fer.	0 ^m ,40
		Argile verdâtre.	0 ^m ,30
			0 ^m ,70
Argile lignitifère.	{	1 ^o Lignite homogène.	0 ^m ,50
		2 ^o Argile bitumineuse.	0 ^m ,60
		3 ^o Lignite homogène	4 ^m ,15 à 4 ^m ,20
		4 ^o Argile avec deux filets charbonneux de 0 ^m ,20 chacun.	2 ^m ,30
			4 ^m ,60
Jurassique.		Calcaire dur, kimméridgien moyen.	

La galerie a été poussée dans la direction N. à 85 mètres de profondeur.

C'est généralement dans la partie moyenne du dépôt que l'on trouve, intercalée entre les feuillets schisteux, la faune lacustre que nous avons signalée; les anciennes exploitations de la Serre recèlent même, à ce niveau, des lentilles calcaires plus ou moins pures où les fossiles ont conservé leurs formes spécifiques et sont susceptibles d'une détermination certaine; aux gastéropodes que nous avons indiqués se trouvent associés des fragments végétaux, des troncs d'arbres silicifiés et des débris de Sauriens gigantesques.

Les couches exploitées dans la commune de la Chapelle-Péchaud et celles qu'on a découvertes dans les communes de Saint-Pompon et de Veyrines offrent une constitution plus schisteuse et moins compacte que celles de Simeyrols; dans cette dernière localité on rencontre des zones où le lignite prend une structure serrée et homogène, devient sonore sous le marteau et présente une cassure sèche et brillante; aussi l'avenir de cette exploitation paraît-il assuré.

M. Levallois offre à la Société une brochure ayant pour titre : *Observations à propos du mémoire de M. Jules Martin, intitulé : Zone à Avicula contorta, ou étage rhétien* (voy. la *Liste des dons*).

Il fait à ce sujet la communication suivante :

Sur la découverte, due à MM. Albert Falsan et Arnould Locard, de deux lits à ossements dans le mont d'Or lyonnais; par M. Levallois.

Dans le mémoire que j'ai publié, à la fin de 1864, sur les *couches de jonction du trias et du lias* (1), j'ai montré que, dans la région nord-est de la France, — de l'Ardenne au Morvan, — qui avait particulièrement fait l'objet de mes observations, la faune desdites couches de jonction n'est autre que celle de la zone à *Avicula contorta* de M. Oppel, et que le *bone-bed* des Anglais fait partie intégrante de cette même zone. Cependant j'ai dû faire remarquer (page 414, note) que, d'après une lettre de M. Eugène Dumortier (2), les choses sembleraient se présenter tout autrement dans le mont d'Or lyonnais : là, les couches à *Avicula contorta* seraient notablement supérieures au lit à ossements, et, si ce lit renferme bien aussi une *Avicula*, elle est d'une autre espèce que l'*A. contorta*.

J'attachais un grand intérêt à constater par moi-même l'anomalie annoncée, et je comptais pour cela sur l'aide de nos confrères M. Dumortier ou M. Albert Falsan, l'un des auteurs de la découverte du lit à ossements signalé. Malheureusement je ne pus pas les rencontrer lorsque je me rendis à Lyon à la fin d'août dernier, et, privé de ces guides, il ne me fut pas possible de faire l'exploration que j'avais projetée.

Mais le 4 septembre je reçus de M. Falsan, qui habite sur le revers même du mont d'Or, dans la commune de Collonges, la coupe très-circostanciée de ce massif montagneux, à laquelle il venait de mettre la dernière main, et qui résout nettement la question de la prétendue anomalie; on s'était seulement trop hâté de tirer la conséquence d'observations encore incomplètes.

Cette coupe, qui s'étend depuis la zone à *Ammonites angulatus* inclusivement jusqu'au granite, est comme l'argument de la *Monographie géologique du mont d'Or lyonnais*, dont M. Falsan s'occupe, et il nous pardonnera de déflorer quelque peu son travail pour mettre en relief les conclusions qu'il en a tirées lui-même, quant au point litigieux qui nous intéresse particulièrement. Or il m'écrivit et sa coupe montre que de nouvelles recher-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXI, p. 384.

(2) *Voy. aussi ses Études paléontologiques sur l'infra-lias du bassin du Rhône*, p. 4.

ches entreprises avec M. Locard leur ont fait découvrir, dans le grès à *Avicula contorta*, un lit à ossements de 10 centimètres environ, qui tient bien là la place du *bone-bed* anglais, tout comme dans le nord-est de la France, et qui, supérieur de plus de 60 mètres au lit à ossements dont nous avait parlé M. Dumortier, ne saurait être confondu avec lui. M. Falsan fait d'ailleurs remarquer que la zone à *Avicula contorta*, avec ses cargneules jaunes et rouges, ses dolomies et ses marnes bigarrées, a tout à fait l'aspect keupérien, et elle est en effet subordonnée dans les grès inférieurs de M. Leymerie, rangés depuis longtemps par ce savant professeur dans le keuper. Le travail de M. Falsan apporte donc la démonstration des deux propositions suivantes :

Le *bone-bed* existe dans le mont d'Or lyonnais et il y fait, comme partout ailleurs, partie intégrante de la zone à *Avicula contorta*.

La zone à *A. contorta* appartient là sans conteste au keuper.

Une autre remarque se déduit encore de la coupe de M. Falsan, et je crois devoir la faire ressortir à cause de l'intérêt qu'il y a à montrer la persistance, jusque dans le trias du mont d'Or d'un autre lit à ossements (qui n'est pas le *bone-bed*) observé déjà dans le trias de la Lorraine et dans celui de la Souabe.

Il existe en effet, comme on vient de le voir, deux lits à ossements dans le mont d'Or lyonnais : le plus élevé qui appartient à la zone à *Avicula contorta* et qui est le *bone-bed* des Anglais, et un deuxième situé à un niveau inférieur au premier de plus de 60 mètres; M. Falsan range celui-ci dans le *muschelkalk*, à sa partie tout à fait suprême. Or, j'ai fait connaître l'existence dans le département de la Meurthe (1) d'une zone abondante en débris de poissons et de reptiles, et qui répond précisément au même horizon géologique, puisque, si je la considère comme keupérienne, c'est à la partie tout à fait extrême du keuper que je l'ai classée, dans sa division inférieure appelée *lettenkohle*, tout comme l'avait fait M. d'Alberti pour la couche analogue du Wurtemberg. Je n'ai cité, dans ma notice sur le dépôt de la Meurthe, qu'un seul de ces gîtes ossifères, celui de Sainte-Anne, près de Lunéville, parce qu'il est le plus facile à explorer; mais le *Lettenkohle* n'en forme pas moins, comme je l'ai dit aussi, une bande continue depuis

(1) *Aperçu de la constitution géologique du département de la Meurthe* (nouvelle édition extraite des *Mém. de l'Acad. Stanislas* pour 1864, p. 25; 1^{re} édit.; *Ann. des Mines.*, 4^e sér., t. XIX, p. 635).

Niederstinzeln et Fenestrang, aux confins du Bas-Rhin, jusqu'à Moyen, aux confins des Vosges, et j'ai pu constater la présence des débris animaux en un grand nombre de ses points. Je signalerai nommément les communes de Landécourt et de Buriville dans l'arrondissement de Lunéville, d'Avricourt et de Réchicourt-le-Château dans l'arrondissement de Sarrebourg. Les deux dernières localités surtout peuvent être facilement visitées.

M. Edmond Pellat présente les observations suivantes à la suite de la communication de M. Levallois :

Le 2 septembre 1863, faisant une excursion dans le mont d'Or lyonnais, j'eus le plaisir de rencontrer MM. Albert Falsan et Arnould Locard au lieu dit Font-Poivre.

Ces messieurs montraient à plusieurs de nos confrères le *bone-bed* qu'ils avaient découvert quelques jours auparavant, sous la forme d'un calcaire à vacuoles rosâtre ou lie de vin, riche en petites dents et en mollusques à l'état de moules.

Une couche de marnes vertes qui recouvre ce *bone-bed* de Font-Poivre attira mon attention et me parut appartenir aux marnes irisées. M. Locard se rappelle que je lui fis part de ma remarque. Cependant, les relations de ce calcaire avec les couches voisines étant fort difficiles à observer, je m'en rapportai à la première impression de mes aimables guides et je partis, croyant avoir vu à Font-Poivre le *bone-bed* de la zone à *Avicula contorta* (1).

C'est ainsi également que le considéra M. Dumortier. Dans ses *Études paléontologiques sur l'infra-lias du bassin du Rhône*, il lui consacra un chapitre spécial, avant de parler des couches à *Avicula contorta*, mais il fit remarquer, comme M. Levallois vient de nous le rappeler, que les couches à *Avicula contorta* lui sont supérieures et que, s'il contient aussi une *Avicula*, elle est d'une autre espèce que l'*Avicula contorta*, Portl. J'ajouterai que M. Dumortier, à la fin du travail précité, a annoncé, dans une sorte de post-scriptum, l'existence, au mont d'Or lyonnais, du *bone-bed* dans sa forme ordinaire. Il venait, en effet, d'en trouver un fragment hors place et ce même *bone-bed* était découvert, en place, presque en même temps, par MM. Falsan et Locard.

(1) Il paraît, toutefois, que de retour à Paris, en classant mes échantillons de Font-Poivre, je me suis souvenu de mes doutes, car je viens de lire sur les étiquettes que j'écrivis alors « *au-dessus des marnes irisées, ou plutôt intercalé dans les marnes irisées* ».

Les relations de ces deux *bone-beds* restaient cependant encore à établir, et c'est ce que viennent de faire nos deux confrères.

Le *bone-bed* de Font-Poivre appartient bien réellement au trias dans lequel même il paraît placé assez bas; il correspond à celui qu'a signalé, au même niveau à peu près, M. Levallois, dans le département de la Meurthe; il est de beaucoup inférieur au *bone-bed* de la zone à *Avicula contorta*.

Cette intéressante découverte vient justifier l'avertissement que donnait M. Levallois en disant qu'il existe des *bone-beds* à de tout autres niveaux que celui des couches à *Avicula contorta* (1); elle nous montre que l'expression de *bone-bed* comme nom d'étage ou de zone, synonyme de couches à *Avicula contorta*, peut amener des confusions, lorsque, comme au mont d'Or lyonnais, on a, dans une contrée, deux *bone-beds* (deux lits à ossements) d'âges tout différents.

Le nom d'étage ou sous étage *Rhætien*, admis déjà par plusieurs de nos confrères partisans de l'indépendance des couches à *Avicula contorta*, adopté récemment par M. J. Martin, aurait l'avantage d'éviter toute méprise, sans préjuger la question d'attribution de ces couches au trias ou au lias.

La découverte de MM. Falsan et Locard a une grande importance par rapport à cette question si vivement controversée et encore pendante.

En effet, il serait fort intéressant de comparer la faune triasique du *bone-bed* de Font-Poivre avec la faune des couches à *Avicula contorta*.

Les fossiles de Font-Poivre sont malheureusement mal conservés; cependant, outre l'*Avicula* qui ne serait pas l'*Avicula contorta*, on reconnaît une *Myophoria*, une *Gervillia* et quelques autres fossiles.

Les dents du *bone-bed* de Font-Poivre devront être également comparées avec les dents du *bone-bed* de la zone à *Avicula contorta*. Elles m'ont paru, à première vue, identiques; mais il faudrait, pour s'en assurer, un examen auquel je ne me suis pas livré. Je rappellerai, à ce propos, que M. J. Martin nous a annoncé avoir retrouvé les dents les plus caractéristiques de la zone à *Avicula contorta* jusque dans la zone à *Ammonites augulatus*, sans qu'il soit possible d'admettre un remaniement (2). J'ai moi-même signalé

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXI, p. 385, note 4^{re}.

(2) *De la Zone à Avicula contorta et du bone-bed dans la Côte-d'Or* (*Mém. de l'Académie des sciences, arts et lettres de Dijon*, 1863, p. 18).

récemment, dans la zone à *Ammonites planorbis* des environs de Couches-les-Mines, des dents qui m'ont paru identiques avec celles de la zone à *Avicula contorta* sous-jacente. Les mêmes dents seraient-elles donc enfouies dans le *trias*, dans les *couches de jonction* et dans l'*infra-lias*?

A propos du faciès triasique que présente dans le mont d'Or lyonnais la zone à *Avicula contorta*, avec ses cargneules jaunes et rouges, ses dolomies et ses marnes bigarrées, je rappellerai qu'en juin dernier j'ai signalé la ressemblance que cette zone paraissait avoir, comme composition minéralogique, avec la même zone, à Couches-les-Mines. J'ai ajouté que, si à Couches-les-Mines les affinités pétrographiques sont du côté du *trias*, les affinités paléontologiques, au contraire, sont du côté de l'*infra-lias*.

Séance du 20 novembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. P. Marès, 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.

BRETON, chef de section au chemin de fer de l'Est, à Bar-sur-Aube (Aube), présenté par MM. Daubrée et Lambert ;

FOUCOU (Félix), ingénieur, membre de la Société des ingénieurs civils, rue de Martignac, 5, à Paris, présenté par MM. Ch. Laurent et Danglure ;

FOUQUÉ, à Paris, rue Humboldt, 23, présenté par MM. de Verneuil et Hébert ;

MOREL DE GLASVILLE, licencié en droit, rue du Battoir-Saint-Marcel, 3, présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du Comité de la paléontologie française, *Terrain crétaqué*, 20^e livr., t. VII. — *Échinides*, t. II, par M. G. Cot-

teau, texte, f. 45 à 47, atlas, pl. 1173 à 1184. Paris, octobre 1865; chez Victor Masson, in-8.

De la part de M. G. G. Bianconi, *Studi sul tarso-metatarso degli uccelli ed in particolare su quello dell' Epyornis maximus*, in-f°, 412 p., pl. XIV, Bologne, 1863; chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. Bonissent, *Essai géologique sur le département de la Manche. — Terrain jurassique*, in-8, 52 p. Cherbourg, 1865; chez Bedelfontaine et Syffert.

De la part de M. Igino Cocchi, *Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana*, in-f°, 32 p., 4 pl. Milan, 1865; chez G. Bernardoni.

De la part de M. F. Garrigou, *Étude comparative des alluvions quaternaires anciennes et des cavernes à ossements des Pyrénées et de l'ouest de l'Europe au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique*, in-8, 56 p., 1865. Paris, chez J. B. Baillière, et Toulouse, chez Delboy.

De la part de M. E. Jacquot, *Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart, Guétary et Saint-Jean de Luz*, in-8, 58 p., 1 pl. Bordeaux, 1864; chez Lafargue.

De la part de M. Ch. Martins, *Du Spitzberg au Sahara*, in-8, 619 p. Paris, 1866; chez J. B. Baillière et fils.

De la part de M. W. de Haidinger, *Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt. — Sitzung am 14 nov. 1865. — Ansprache des Directors W. Ritter V. Haidinger*, in-4, 19 p., Vienne, 1865.

De la part de M. Julius Haast, *Report on the headwaters of the river Waitaki*, in-f°, 18 p. Christchurch.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 2^e sem., t. LXI, nos 19 à 20; in-4.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XII, 1865; *Comptes rendus des séances*, n° 2, in-8.

Annales des mines, 3^e livraison de 1865; in-8.

L'Institut, nos 1662 et 1663; 1865; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, août 1865; in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne), janvier à mars 1865; in-8.

The Athenæum, n^{os} 1985 et 1986; 1865; in-4.

Revista minera, n^o 371, 15 novembre 1865, in-8.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, 1864, n^{os} 3 et 4; — 1865, n^{os} 1 et 2.

M. Dangleure offre à la Société, au nom du Comité de la paléontologie française, la 15^e livraison (20^e de M. Masson) des Échinides crétacés par M. Cotteau (voy. la *Liste des dons*).

M. Bonissent envoie à la Société le dernier fascicule de son *Essai géologique sur le département de la Manche, terrain jurassique*.

L'auteur prévient que c'est par erreur qu'on voit figurer, aux pages 44 et 50 du *Terrain crétacé de la manche*, l'*Ostrea biauxicularis*; ce fossile ne s'y rencontre pas; il faut lire: *Ostrea vesicularis*.

M. d'Archiac offre, de la part de M. Garrigou, une brochure intitulée: *Étude comparative des alluvions quaternaires anciennes, etc.* (Voy. plus haut la *Liste des dons*.)

Un extrait de ce travail a déjà été imprimé dans le *Bulletin de la Société*.

M. d'Archiac offre encore, de la part de M. Sava: 1^o La description d'une tête de crétacé trouvée dans les alluvions du val d'Arno;

2^o Enfin, de la part de M. Bianconi, un mémoire sur l'*Epiornis*, tendant à prouver que cet oiseau pouvait voler et devait être probablement le *Roch* des anciens auteurs.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Boué à M. Ed. Lartet:

Vienne, le 26 octobre 1865.

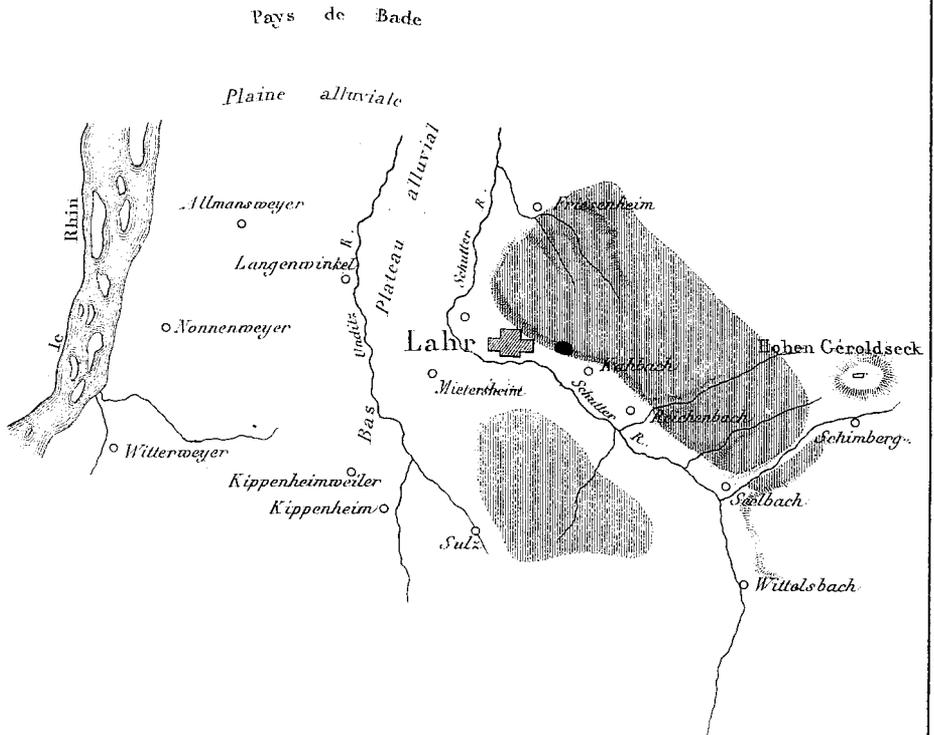
Ne cherchant que la vérité, je ne crois pas inutile d'envoyer à la Société géologique le calque des environs de Lahr (Pl. I), cité du grand-duché de Bade, non loin de Strasbourg. L'échelle de la carte est assez grande. La distance du Rhin à Lahr est de plus de deux lieues. Entre le fleuve et Lahr se trouve un bas-plateau alluvial assez ancien, outre une plaine alluviale fluviale. Le lieu où je découvris en 1823 les os humains se trouve à l'est de Lahr, à environ un quart d'heure de la ville. La Schutter y est

Carte des environs de Lahr

Lettre de M. A. BOUÉ



● Gîte des os humains
dans le bas de la falaise



bordée par une alluvion en plateau très-bas, au-dessus duquel s'élèvent assez abruptement des collines de loess. La question est de savoir si le champ actuel entre la route de Lahr à Reichenbach et la colline a été ou n'a pas été autrefois un cimetière. Depuis ce chemin on ne voit pas le lit de la Schutter, qui serait donc assez bas relativement à ce lieu.

Il s'agit d'expliquer comment, si même le champ avait été un cimetière, les os humains ont pu être enveloppés dans une basse falaise de loess, dépôt épais couvrant toutes les collines au nord et à l'est de Lahr, et même les formant en entier dans leur plus grande partie.

Si l'on s'imaginait une cavité sépulcrale faite dans le mur naturel du loess, comment s'expliquer son remplissage en entier par du loess, et l'absence complète de toute trace de restes d'un cercueil, ainsi que la dissémination des ossements?

Si l'on était tenté de supposer une sépulture humaine enfouie après coup par du loess délayé par la pluie et descendu de la hauteur, je pourrais être étonné d'avoir trouvé ces os si *fortement* enchâssés dans du loess et qu'il m'ait été impossible d'établir une distinction soit minéralogique, soit stratigraphique, avec le loess des alentours, tel que je le voyais dans plusieurs falaises (voy. la figure). Pour sortir les os du loess, il a fallu un travail fort pénible de ciseau et de marteau.

Si l'on voulait supposer un squelette humain charrié par la Schutter dans une inondation *extraordinaire* et enfoui ensuite sous du loess délayé, j'opposerais toujours la compacité et l'intégrité du dépôt.

Il s'agirait donc de consulter depuis Strasbourg les historiens archéologues du pays de Bade et de revoir en même temps ces lieux. — Ce que l'examen des os a pu donner m'est resté jusqu'ici inconnu (1).

Agréez mes bien sincères remerciements pour la peine que vous a causée la recherche de ma boîte à ossements humains de Lahr. Je me suis déjà enquis des crânes que le comte Razoumowski a

(1) M. Lartet fait remarquer que ces os ne sont pas perdus, comme M. Boué avait paru le craindre; depuis l'époque où il les remit à Cuvier, ils sont constamment restés dans le laboratoire d'anatomie comparée au Jardin des Plantes. La boîte qui les renferme porte le nom de M. Boué, et, avec la date de leur remise, il est parfaitement fondé à revendiquer son droit à la priorité d'observation de restes humains dans des conditions qui attesteraient leur ancienneté géologique.

figurés et qui provenaient des sablonnières du Baden viennois. Je crois qu'ils sont à l'Institut géologique. Votre idée d'une exposition des objets d'art et des ossements des premiers hommes pour la grande exposition de 1867 a trouvé ici beaucoup de chauds partisans.

Le Secrétaire présente l'analyse suivante d'un mémoire de M. J. J. Bianconi :

Sur l'ancien exhaussement du bassin de la Méditerranée;
par M. J. J. Bianconi.

Quelques observations faites dans la vallée du Pô ont été invoquées comme preuves de mouvement du sol dans les périodes pliocène et quaternaire. Elles se rattachent à la question de savoir si l'émersion du terrain pliocène a été l'effet du soulèvement du sol ou bien de l'abaissement de la mer. Or, deux observations pouvant servir à éclairer cette étude sont tirées de la petite vallée du Reno, rivière qui passe tout près de Bologne. On les trouve consignées dans l'intéressant travail de M. de Mortillet (voir *Bull. Soc. géol.*, t. XXII, p. 138). J'ai constaté moi-même ces observations. Elles sont parfaitement exactes. Je ne crois pourtant pas que l'on puisse en tirer les conclusions présumées.

Les cours d'eau qui descendent de l'Apennin ont raviné les terrains sur lesquels ils passent, et profondément excavé soit le pliocène, soit les terrains inférieurs. Le lit de nos torrents et de nos rivières se trouve bien des fois encaissé dans l'intérieur des montagnes qu'ils ont eux-mêmes divisées. On trouve, à diverses hauteurs, des dépôts de cailloux fluviatiles, ce qui indique des anciens lits de rivière à des hauteurs au-dessus du lit actuel. On a là des anciens cours d'eau abandonnés, élevés de 10, 20, 30 mètres au-dessus des cours d'aujourd'hui.

Ce fait singulier est visible sur les bords du Reno, de la Samoggia, du Senio, et dans une foule d'autres localités qui ne sont pas toujours voisines des torrents actuels; car, bien des fois changeant leur niveau, nos rivières ont changé aussi leur direction. Nos cours d'eau ont baissé en excavant plus profondément leur lit.

La seconde observation, c'est que, lorsqu'on fouille sous le lit actuel du Reno pour des fondations, ou pour l'extraction de matériaux pour les chaussées, on trouve que le dépôt caillouteux se poursuit à la profondeur de plusieurs mètres; d'où l'on peut déduire

une conséquence directement contraire à la précédente, c'est-à-dire que ces cours d'eau ont eu jadis un lit bien plus profond que celui qu'ils ont à présent, et qu'aujourd'hui leur lit est plus haut.

Sur ces deux observations, M. de Mortillet a formulé très-nettement les conclusions suivantes :

1° La corrosion du sol suppose nécessairement un exhaussement de ce sol au-dessus du niveau de la mer.

2° L'accumulation de dépôts d'alluvions suppose l'action contraire, un abaissement.

Je conviens, quant à la première observation, que l'on explique parfaitement bien l'excavation successive des lits de rivières en supposant le soulèvement du sol. Mais ce qui n'est pas exact, c'est que ladite érosion ou excavation exige *nécessairement* un exhaussement du sol. Les lois hydrauliques exigent seulement *nécessairement* un *changement de rapport entre les niveaux de l'eau et du sol émergé* ; il est indifférent du reste que ce soit le sol qui s'élève au-dessus de la mer, ou la mer qui s'abaisse. En effet, ce qu'on dit pour prouver de cette manière le soulèvement du sol, on pourrait bien le dire pour prouver le contraire, c'est-à-dire l'abaissement des eaux de la mer par écoulement.

Ce premier fait ne prouve donc pas le soulèvement du terrain pliocène.

Quant au second, on invoque un abaissement du sol. Certes, en le considérant au premier abord, on a de la peine à s'expliquer la profondeur du Reno dans les siècles passés et la hauteur actuelle de son lit, sans avoir recours à un abaissement, et après à un exhaussement du sol?

Avant de se prononcer sur cette question, il faut mieux connaître les conditions du Reno et du pays environnant, conditions du reste à la portée de tout le monde, et consignées déjà dans la science par Dolomieu, dès 1792, et par beaucoup de savants italiens.

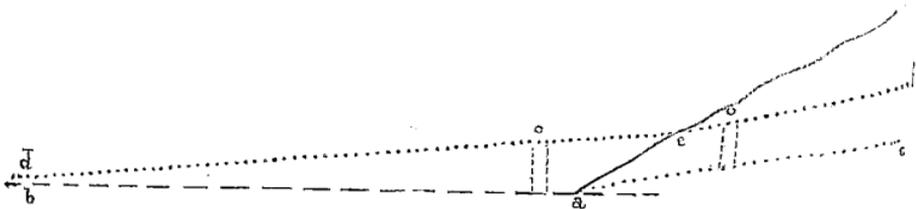
La plaine bolognaise n'a pas toujours existé. De même que le delta égyptien est un don du Nil, notre campagne est un don du Reno et des autres affluents. Tout notre bas pays est d'alluvion ; il est formé aux dépens des érosions et des dénudations de l'Apennin, dont les matériaux, entraînés par les eaux alluviales, ont refoulé la mer, en exhaussant le terrain. Le forage des puits communs, de même que celui des puits artésiens, nous prouve qu'une couche énorme d'alluvion recouvre dans la plaine le terrain pliocène placé à une notable profondeur. Cette simple considération nous montre que, si l'on se reporte par la pensée vers les siècles passés, on retrouve un moment où la plaine n'existait pas

encore. La mer approchait alors de l'Apennin et probablement en baignait le pied, comme elle le baigne aujourd'hui près de Pesaro et d'Ancône.

Le Reno, grosse rivière, très-impétueuse et bourbeuse, traverse des terrains très-destructibles et transporte une grande quantité de matériaux, qui ont toujours exhaussé la plaine formée d'abord sous les eaux de l'Adriatique. Il poursuit encore aujourd'hui sans interruption son travail; il a exhaussé et élargi de tous côtés les campagnes, et, par conséquent, il a porté plus loin son embouchure. On peut calculer que l'embouchure actuelle du Reno est au moins à 40 milles de celle qui anciennement était près des Apennins.

Le point de départ des eaux apennines est sans intérêt dans cette question, et je puis le considérer comme inaccessible et fixe, tandis que le point d'arrivée à la mer est variable.

Supposons l'ancien lit du Reno, lorsqu'il débouchait dans la mer, au pied même de l'Apennin, représenté par la ligne ponctuée $a c$, le point a (primitive embouchure) se trouvait au niveau de la mer $a b$, de même que l'embouchure est aujourd'hui au niveau de la mer en d . Mais, afin que ses eaux puissent gagner toute la



- $a, b, . . .$ — Niveau de la mer Adriatique.
- $a, c, . . .$ — Ancien lit du Reno.
- $a,$ — Embouchure primitive.
- $d, e, f, . . .$ — Lit actuel du Reno.
- $d,$ — Embouchure actuelle du Reno dans l'Adriatique.
- $o, o,$ — Exploitations.
- $a, g,$ — Pied de l'Apennin.

distance entre l'ancienne embouchure a et l'embouchure actuelle b , il est clair que son lit a dû s'élever en e et s'y élever toujours de plus en plus, puisque l'accumulation des matériaux apportés de la région montagneuse exhaussa nécessairement le terrain. Alors qu'y a-t-il de surprenant si, en faisant des fouilles en $o o$, on trouve quelques mètres de dépôt fluviatile? ce qui serait plus surprenant serait d'en trouver seulement quelques mètres. Car il est bon de noter que, si la plaine de Bologne, lorsqu'elle commençait à surgir des eaux de la mer, était à peu près au

niveau de la mer, la plaine et le lit même du Reno, là où il sort des montagnes, sont aujourd'hui à plus de 50 mètres au-dessus de l'Adriatique. Or, tout cela a eu lieu sans doute par le simple roulement des eaux sans le moindre abaissement du sol.

Par ces deux faits il n'est donc pas prouvé que le pliocène de la vallée du Pô ait été soulevé, abaissé et soulevé de nouveau.

Personne ne s'oppose à admettre comme fait bien arrêté, qu'une ancienne mer très-étendue a déposé paisiblement et pendant une longue durée de temps les terrains pliocènes, que l'on voit à présent à de grandes hauteurs, et à de grandes distances de la Méditerranée. Ces terrains étaient sous l'eau, et à présent ils sont émergés. Voilà sur quoi il n'y a pas de doute.

M. de Mortillet vient d'apporter dans l'analyse du terrain pliocène une grande simplification, car, suivant lui, le pliocène de la vallée du Pô, dans son ensemble, offre la coupe théorique suivante, en allant de haut en bas.

Zone côtière.	{	Lits de cailloux, côte immédiate.
		Sables grossiers, voisinage de la côte.
		Sables fins, première influence de la côte.
Zone de pleine mer.	{	Argiles très-fossilifères, région de la faune de pleine mer qui demande une certaine hauteur d'eau, mais qui pourtant n'en veut pas trop.
		Argiles de moins en moins fossilifères, diminution de la vie par suite de l'augmentation de la profondeur.
		Argiles presque sans fossiles, mer très-profonde.

Nous sommes d'accord, sur ces faits, avec M. de Mortillet.

Or, pour comprendre l'émergence du terrain pliocène, deux explications peuvent être invoquées : ou le soulèvement du sol a élevé au-dessus du niveau stable et fixe de la mer les terrains qui étaient formés dans son sein, ou l'abaissement de la mer a fait émerger ces mêmes terrains.

Ces deux opinions peuvent sans doute expliquer le fait, car dans tous les cas il y a changement de niveau relatif entre l'eau et le terrain jadis formé par la mer. On préférera l'une ou l'autre, suivant les preuves que l'on apportera pour l'une ou pour l'autre.

Sans doute nul ne s'opposera à ce que des soulèvements et des abaissements aient eu lieu. Des mouvements du sol ont lieu de nos jours; on en a de très-bien constatés à Venise, à Naples et ailleurs. Pourquoi ne se seraient-ils pas produits dans les périodes

anciennes? On trouve des soulèvements appartenant aux siècles derniers fort bien représentés sur les côtes de Naples; comment croire qu'il n'en est pas advenu dans les époques plus anciennes? Il y a plus. Les différences de hauteur auxquelles sont parvenues quelques parties plus ou moins grandes de marnes bleues; les rapports qu'elles ont avec des foyers volcaniques éteints, enfin le dérangement offert quelquefois par les couches prouvent clairement que des soulèvements ont eu lieu localement.

Mais en admettant des soulèvements plus ou moins étendus du terrain marin, doit-on en conclure que les exhaussements seuls du sol ont produit l'émergence de tous les terrains marins pliocènes et quaternaires? N'y aurait-il pas eu quelque part encore l'abaissement du niveau de la mer?

La Méditerranée était anciennement une mer distincte des autres grandes masses d'eau. Elle avait donc son niveau indépendant et elle a bien pu être plus élevée que les autres, et s'abaisser ensuite par écoulement. En effet la Méditerranée était jadis close de toutes parts. Une langue de terre tenait la place de l'unique ouverture que l'on y voit à présent. La pointe d'Afrique se rattachait au continent européen. La correspondance des roches sur les deux côtés du détroit de Gibraltar, les animaux et les végétaux africains qui sont demeurés sur le sol d'Espagne et les européens restés de ce côté de l'Afrique sont là pour attester de la manière la plus positive l'ancienne jonction des deux continents. Le bassin de la mer intérieure étant fermé de tous côtés pouvait avoir quelque part ses eaux plus hautes que le niveau actuel. Des observations signalées par quelques savants nous conduisent à croire que des courants montant à l'ouest et dérivés du golfe Persique et de la mer Rouge ont porté le niveau à une plus grande hauteur sur les côtes occidentales, ou bien que les grandes chaînes de montagnes ont pu apporter de grandes masses d'eau dans ces bassins par des causes qui n'existent plus aujourd'hui, etc.

Si peu que l'on suppose élevées les eaux de la mer intérieure au-dessus du niveau actuel, on voit qu'elles devaient s'épancher sur toutes les dépressions des terrains d'alentour et premièrement sur les steppes caspiennes et sur le Sahara. Des restes marins sont la conséquence de la demeure des eaux dans l'intérieur de ce bassin.

Cette manière de voir est confirmée par les remarques de M. Cantraine : « Je parle, dit-il, de ce bassin (Méditerranée) » dont les eaux s'élevaient jadis à plus de mille pieds au-dessus » du niveau actuel. Son étendue était immense; la masse d'eau

» qui l'occupait se réduisit au volume qu'on lui voit aujourd'hui, » lors de la formation du détroit de Gibraltar. La présence de » fossiles dans la partie septentrionale de l'Afrique, la hauteur à » laquelle on cesse de les trouver dans le Siennois comparée à la » hauteur des rochers de Gibraltar et l'existence d'un très-fort » courant sous-marin qui passe par ce détroit dans la direction de » l'est à l'ouest viennent à l'appui de cette assertion. Les collines » subapennines datent aussi de la même époque, etc. (*Malacologie*, » Acad. de Bruxelles, t. XIII). » La même opinion a été soutenue plus récemment par M. Suess de Vienne.

Sans nous faire illusion sur la petitesse de la bouche d'écoulement à Gibraltar, comparativement à l'étendue immense de la grande mer intérieure, qui égalait peut-être celle de l'Europe (Ch. Martins, *Revue des deux mondes*), il est aisé pourtant de comprendre que, le niveau plus bas de l'Océan étant mis en communication avec la Méditerranée, il y eut écoulement des eaux élevées intérieures et avec elles celui d'une grande partie des eaux du Sahara et des steppes; les côtes submergées et le grand désert africain furent mis à sec. Pour expliquer l'émergence des dépôts pliocènes, il faut donc tenir compte des soulèvements qui les ont partiellement élevés, mais on ne doit pas oublier l'écoulement des eaux par le détroit de Gibraltar.

On dit communément que tout le terrain marin des environs de la Méditerranée, c'est-à-dire le pliocène entier, a été soulevé. Mais a-t-on considéré tous les côtés de la question? Le pliocène méditerranéen comprend, outre les côtes adjacentes de cette mer, toute la vallée du Pô, celle du Danube, celle du Dniester, les steppes caspiennes, une partie de l'Asie Mineure et de l'Égypte et enfin tout le désert du Sahara. C'est déjà une partie notable de la surface terrestre. Or, le soulèvement aurait élevé à 300 mètres et plus tous ces pays; soit! Mais le côté très-singulier de la question est que ce grand soulèvement serait circonscrit au seul bassin de la mer pliocène. A quelques kilomètres au delà de cette limite, tout serait resté sans le moindre dérangement, ce qui est tout à fait inconcevable. Lorsque nous approchons des côtes d'Espagne d'un côté et de celles du Maroc de l'autre, nous voyons les assises pliocènes placées plus haut que le niveau actuel de la mer. Hors du détroit, sur les côtes de l'Océan, on n'a pas encore cité un pareil arrangement de choses. Les rivages anciens et modernes de l'Océan sont au niveau général des mers, tandis que les rivages anciens de la Méditerranée sont à 300 mètres au-dessus du niveau actuel de cette mer. La séparation entre les

deux mers est tranchée; elle se montre tout à coup au détroit de Gibraltar.

Supposons que l'on plonge une planche de bois dans un liquide coloré; si on la retire, une bande de même couleur se peint sur les deux côtés, et les *marques du liquide sont au même niveau*. Au contraire, si la planche ou diaphragme sépare deux nappes d'eau de différent niveau, les marques de l'eau *sont à des niveaux différents*. Cette différence dépend uniquement de l'inégalité de hauteur des eaux à droite et à gauche. Toutes les fois que l'on a des marques à niveau différent sur les deux côtés d'une même pièce, *on a la preuve que les niveaux des eaux étaient différents*.

Or, le diaphragme entre l'Océan et la Méditerranée était l'isthme ancien de Gibraltar. C'était la même pièce baignée de deux côtés, ici, par les eaux de l'Océan, là, par celles de la Méditerranée. Les marques qu'elles ont laissées par les sédiments anciens sont à différents niveaux; donc, les deux nappes d'eau qui les ont produites n'étaient pas au même niveau, et de plus n'étaient pas en communication. Il n'y a pas de soulèvement qui puisse jamais produire un tel arrangement de choses. S'il eût exhaussé les marques internes, comment n'aurait-il pas exhaussé aussi les externes?

Mes études sur l'élévation des eaux de la mer Méditerranée dans les temps anciens viennent appuyer les idées qui ont été émises en 1863 par M. Tyndall sur les causes de l'extension des glaciers pendant l'époque quaternaire.

« L'objet de tous les auteurs qui, à ma connaissance, dit M. Tyndall, ont écrit sur ce sujet, a été de découvrir le moyen d'obtenir le *froid*.... Si je comprends bien les écrits des hommes éminents qui ont proposé et soutenu ces diverses hypothèses, plusieurs d'entre eux semblent n'avoir tenu aucun compte de ce fait, que l'énorme extension des glaciers dans les âges passés démontre, avec une rigueur tout à fait égale, et l'action de la chaleur et l'action du froid.

» Le froid ne produit pas de glaciers.... Il est parfaitement manifeste qu'en affaiblissant l'action du soleil, soit par une diminution d'émission, soit en faisant traverser au système solaire tout entier un espace de basse température nous détruisions les glaciers dans leur source. De vastes masses de montagnes de glaces nécessitent infailliblement des masses adéquates de vapeur atmosphérique, et, de la part du soleil, une grande énergie dans la même proportion.... Si nous avons besoin de quelque chose, c'est de plus de vapeur, et surtout d'un condenseur assez puissant pour que cette vapeur, au lieu de tomber en averses liquides sur la terre, soit

assez abaissée dans sa température pour descendre en neige. Le problème ainsi posé est, je pense, aussi près que possible de sa solution. »

M. Escher a confirmé les prévisions du savant professeur anglais.

La conséquence de ce qu'on vient de dire, c'est que l'on ne peut chercher les causes de l'extension des glaciers dans un état de notre globe différant de l'état actuel. On ne peut songer à un refroidissement général ni de l'atmosphère ni de la masse entière de la terre. Dans ces cas, la basse température rendrait impossible l'évaporation, et par suite la chute des neiges et la formation des glaciers.

Or, il est avéré que le *Sahara* est un fond de mer abandonné. D'après les observations de MM. Ch. Laurent, Tristram, Ch. Martins, Desor, etc., on ne saurait plus en douter. Sa physionomie est si caractéristique et si bien conservée que le retrait de la mer semble dater d'hier. Des nappes d'eau saumâtre alimentent encore le *Cardium edule* vivant, qui vit également aujourd'hui dans la Méditerranée. Ainsi, là où à présent on a le désert de sables, il y a eu jadis une mer. Cette mer s'étendait jusque sous la zone torride. L'action calorifique du soleil dans ces régions est très-forte, et toute la chaleur de ses rayons était employée à produire l'évaporation de l'eau. Les vents du sud et de l'ouest qui rasaient la mer tropicale s'emparaient des vapeurs et les transportaient dans les régions septentrionales. En tenant compte des conditions extrêmement favorables à l'évaporation (conditions que l'on peut voir évaluées dans l'ouvrage de M. Tyndall, p. 188), on est conduit à comprendre qu'une partie de l'hémisphère boréal était envahie par une quantité d'eau atmosphérique immensément plus grande que celle qui arrive de nos jours.

La chaleur solaire appliquée à l'évaporation de l'eau devenait latente dans le produit même de l'évaporation. La température des courants aériens qui parvenaient en Europe chargés de l'humidité enlevée à la mer, ne pouvait donc être que très-peu élevée. La mer saharienne n'était elle-même qu'une partie de l'ancienne Méditerranée; de sorte que l'évaporation se produisait sur une vaste surface.

Ainsi on a la preuve de l'existence de cette source de vapeurs demandée par M. Tyndall. Cette source, c'est une masse d'eau énorme dans des régions brûlantes. Plus tard, un changement est survenu. La mer d'eau a été convertie en une mer de sables. C'est la condition actuelle.

En terminant cette note, je ferai remarquer que l'on considère

généralement la mer du Sahara et la période glaciaire comme *quaternaires*, ou *post-pliocènes*. Mais a-t-on considéré que la *Cyprina islandica* et la *Panopæa norvegica* sont des fossiles du terrain franchement *pliocène* ? Ces coquilles, qui se rapportent à une faune septentrionale, mettent sur la même ligne chronologique le terrain pliocène, les glaciers et la mer du Sahara. Ce sont des effets qui se rapportent à une même cause : la mer du Sahara. En effet, à mesure que l'émergence a eu lieu, les glaciers ont disparu et les mollusques septentrionaux se sont éteints.

M. Locard fait la communication suivante :

Note sur la présence de deux bone-beds dans le mont d'Or lyonnais; par M. A. Locard.

Depuis quelques années les géologues se sont beaucoup occupés de l'étude des couches qui se trouvent à la base des terrains jurassiques, et malgré de longues et savantes discussions on n'a pas résolu la question de savoir si elles sont vraiment une dépendance du lias et de l'infra-lias, ou si elles font encore partie des terrains du trias (1). Frappé de leurs caractères éminemment transitoires, M. Levallois a pris un moyen terme pour se rapprocher davantage de la vérité en s'appuyant sur les résultats fournis par l'observation des faits; il a appliqué le nom générique de *couches de jonction* (*Grenzsichten*) à cette formation qu'il regarde comme un étage à part auquel il a conservé le nom d'étage *Rhétien* créé par M. Gümbel; ce sont ces mêmes terrains que les géologues anglais ont désignés sous le terme un peu vague de *bone-bed*, couche à ossements.

Cette question de classification n'étant pas résolue d'une manière définitive, qu'on nous permette de citer quelques faits que nous venons d'observer et qui viendront confirmer les propositions du savant inspecteur général des mines.

Pendant longtemps l'étude des terrains sédimentaires les plus inférieurs du mont d'Or lyonnais fut négligée. M. Leymerie fit, il est vrai, un remarquable mémoire sur les couches qui se trouvent au-dessous du calcaire à Gryphée arquée, mais son attention se concentra sur les zones à *Ammonites angulatus* et *A. planorbis*, qu'il décrivit avec un soin tout particulier et pour lesquelles il

(1) *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, 2^e part., p. 350.

proposa le nom d'infra-lias qui fut adopté depuis; les fossiles du calcaire magnésien rosâtre dont nous parlons plus loin, et ceux qui accompagnent les *cargneules* échappèrent cependant à son observation (1). A cette époque, du reste, la question du *bone-bed* n'était pas encore posée. Plus tard, notre savant professeur, M. Fournet, trouva une dent au milieu des *cargneules* de la Crépillière, à Dardilly; mais la présence de cet échantillon unique n'avait pas permis de conclure en faveur de l'existence d'une couche à ossements.

En 1859, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Lyon, M. E. Dumortier crut devoir indiquer comme l'équivalent du *bone-bed* des Anglais, les premières couches calcaires intercalées dans les grès inférieurs qu'il regardait comme dépendants des terrains jurassiques, c'est-à-dire une couche rose grisâtre-foncé, dure, dolomitique, à grains miroitants, donnant des plaques couvertes de l'*Avicula Escheri* (Mérian), soit la *Gervillia striocurva* (Quenstedt) (2); mais, comme à cette époque les coupes manquaient, il était difficile de pouvoir tirer une conclusion précise en l'absence de tous caractères paléontologiques spéciaux. C'est seulement au mois d'août 1863 que nous trouvâmes avec M. Falsan la première couche à ossements; ayant entrepris de dresser la carte géologique du Mont d'Or Lyonnais nous dûmes commencer nos études par les couches inférieures des terrains jurassiques, puisque c'étaient les moins connues jusqu'à ce jour; le lit ossifère venait du clos Papillon, château de la Fontpoivre, au-dessous du chemin de Saint-Cyr à Limonest. Il était renfermé dans un calcaire magnésien (3) couleur lie de vin, caverneux, présentant de petites géodes tapissées de cristaux aciculaires d'un blanc vif de barytine; il était accompagné d'une masse considérable de débris de fossiles à l'état de moules et très-difficiles à

(1) *Mém. de la Société géologique*, 4^{re} sér., t. III, 4^{re} part., p. 350.

(2) *Ann. Soc. d'agr. d'hist. nat., etc., de Lyon*, 1860, 3^e sér., t. IV, p. 350.

(3) Calcaire rose du muschelkalk (Falsan et Locard) analysé par Berthier (La Longe, près Limonest).

Carbonate de chaux.	0,543
Carbonate de magnésie.	0,250
Argile ferrugineuse.	0,207
	4,000

déterminer ; nous y avons cependant cru reconnaître une *Avicula* autre que l'*Avicula contorta* (Portlock), des Myophories, une *Chemnitzia* et quelques petits gastéropodes. Voici la coupe que nous avons relevée avec MM. E. Dumortier et N. Falsan, telle que M. E. Dumortier l'a publiée (1).

- | | |
|--|--------------------|
| a. Grès à grain fin, qui continuent dans les vignes au-dessus. | |
| b. Calcaire marneux, blanchâtre, grain fin, mat, très-dur. | 4 ^m ,40 |
| c. Calcaire rose, gréseux, dur, gros banc sans fossiles. . . | 4 ^m ,20 |
| d. Calcaire rosâtre, lie de vin, cassure mate, cendreuse, avec fossiles, surtout à la partie supérieure. | 0 ^m ,60 |
| e. Calcaire rose et lilas, compacte, grain fin, d'apparence dolomitique, les bancs d'épaisseurs variées. | 4 ^m ,80 |
| f. Grès fin, gris-rosâtre, avec quelques dents. | 0 ^m ,30 |
| g. Marnes verdâtre-clair. | 0 ^m ,50 |
- continuent plus bas.

C'est dans la couche *d* que se rencontrent les fossiles et les dents en plus grande abondance ; nous y avons également observé des fragments de vertèbres, de mâchoires et de divers autres ossements. Il est à remarquer qu'ici, comme dans l'étage Rhétien, il existe plusieurs niveaux renfermant des dents ; en effet, outre celles de la couche *d* dont nous venons de parler, on en rencontre encore dans la couche *f* ; mais là elles semblent être moins abondantes. La baryte sulfatée que l'on trouve fréquemment dans ce niveau nous paraît être un caractère minéralogique assez précis ; on la rencontre dans d'autres pays ; de Bonnard, dans son grand travail sur la Bourgogne en a signalé la présence dans un grand nombre de points de la bande d'arkose qu'il a observée dans cette partie de la France ; à Alençon, la baryte sulfatée existe dans la même position géologique.

Nous avons retrouvé cette même couche à dents dans une petite carrière ouverte à l'ouest du chemin, en bas du clos de la maison Mémé, à Létru, près de Saint-Fortunat ; au hameau de la Roche, sur le versant ouest de la Longe, vers Limonest ; depuis, M. A. Falsan l'a observée dans les bois de la Glande jusqu'à Saint-Germain, ainsi que dans le vallon d'Arche, à Saint-Didier, entre la route et le bois de M. du Blesson.

Partant de cette idée, que l'expérience nous a montrée depuis

(1) *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône*, 1^{re} partie, infra-lias, p. 4.

comme étant fausse, que toute couche à dents et à ossements située à la base des terrains jurassiques devait être l'équivalent des couches du *bone-bed* des auteurs anglais, nous crûmes pouvoir conclure que la couche de la Fontpoivre était le *bone-bed* cherché; et M. E. Dumortier qui, à cette époque, publiait la première partie de ses études paléontologiques sur l'infra-lias, n'hésita pas à tirer les mêmes conclusions que nous; mais, au moment de faire paraître son remarquable travail, il trouva, dans un chemin du hameau de Letrû, à Saint-Fortunat, un échantillon isolé de grès d'un facies tout nouveau renfermant un grand nombre de dents et de débris de poissons; il put alors ajouter à la fin de son ouvrage une note dans laquelle il disait à juste titre avoir rencontré le *bone-bed* sous sa forme véritable et dans un niveau tout à fait différent de celui que nous avons découvert, mais, disait-il, séparé verticalement par un intervalle qui ne pouvait pas être très-grand (1). Ce ne fut que quelques mois plus tard que M. A. Falsan retrouva en place et dans plusieurs stations cette nouvelle couche à ossements et put en préciser le niveau géologique.

C'est un grès de 40 centimètres d'épaisseur, de couleur jaunâtre, à grains moyens, de volume variable, presque tous de quartz hyalin à éclat gras coloré par un peu d'oxyde de fer; le ciment est de nature marneuse jaune mate; la roche par elle-même présente peu de cohésion; sous une assez faible pression les grains se séparent et le grès se résout en une sorte de petit gravier; c'est sans doute par suite de cette facile désagrégation que l'on n'avait pas pu le reconnaître en place pendant si longtemps; il a fallu que des circonstances toutes spéciales vinssent permettre de l'étudier au moment même où il apparaissait à l'air. On peut cependant l'observer dans plusieurs localités: en haut de la vigne Papillon, au sud-ouest du Narcel, à Saint-Fortunat, près de Mèruzin, au nord de la croix des Rameaux où M. Falsan l'a rencontré pour la première fois; à Saint-Germain-au-Mont-d'Or, au-dessus des carrières de grès; au Monteiller, bois du Blesson; au nord des carrières du Bouquis, à Dardilly; sur la colline La Forêt, à Civrieux; enfin au sud de la nouvelle église de Saint-Cyr.

Quelle relation y a-t-il entre ces deux horizons à ossements? C'est ce que la coupe générale des terrains sédimentaires inférieurs du Mont d'Or Lyonnais va nous faire savoir.

(1) *Études paléontologiques, etc.*, p. 186.

TERRAINS JURASSIQUES.	LIAS.	Calcaire à <i>Gryphées arquées</i>	15 ^m ,20
	INFRA-LIAS.	Zone à <i>Ammonites angulatus</i> . — Calcaire avec <i>Cardinies</i> , <i>Pleurotomaria anglica</i> , nombreux gastéropodes; dans le bas, grès argilo-calcaire (macigno).	4 à 5 ^m
		Zone à <i>Ammonites planorbis</i> . — Choin bâtard, calcaire compacte à grain fin, parfois <i>Turritella Deshayesea</i> (Terquem), etc.	2 à 5 ^m
		Calcaire compacte en lits très-minces, bosselés, avec <i>Pecten Thiollieri</i> (Martin).	0 ^m ,60 à 0 ^m ,70
		Marnes un peu cloisonnées, jaunes, calcaire en lits minces.	0 ^m ,50 à 1 ^m ,00
	COUCHES DE JONCTION.	RHÉTIEN.	Calcaire jaunâtre ou bleuâtre, sub-ristallin, très-dur, lourd, nombreux <i>Styloolithes</i> ; <i>Pecten valoniensis</i> (Defrance), petits gastéropodes. . . . .	3 à 4^{m}
Calcaire blanchâtre, fin, compacte, en lits minces et bosselés; <i>Pecten Thiollieri</i> (Martin).			1 à 2 ^m
Marnes ocreuses (lumachelle de Bourgogne), bancs calcaires minces intercalés; <i>Ostrea sublamellosa</i> (Dunker), <i>Plicatula intusstriata</i> (Emmerich), <i>Turritella Deshayesea</i> (Terquem), <i>Lima valoniensis</i> (Defrance), etc.			5 à 6 ^m
Argile rouge.			0 ^m ,50
Cargneules jaunes et rouges, avec grès jaunâtres, renfermant des dents et des ossements de poissons; <i>Avicula contorta</i> (Portlock), <i>Teniodon præcursor</i> (Schlœnbach), etc.			3 à 4 ^m
TERRAINS TRIASIQUES.	KEUPER.	Grès du keuper et marnes irisées. Grès blanc, jaunâtre ou rougeâtre, à ciment calcaire, avec petits cristaux de barytine, empreintes de cristaux de sel; empreintes de pas de <i>Cheirotherium</i>	60 à 70 ^m
	MUSCHELKALK.	Calcaire magnésien lie de vin, terreux, souvent un peu caverneux; cristaux de barytine; moules de <i>Myophories</i> et d' <i>Avicules</i> ; dents et ossements de poissons.	4 à 5 ^m
		Grès bigarré de blanc, de rouge, de vert, à ciment siliceux; empreintes de <i>Fucoides</i> ?; quelques lits de marnes bariolées intercalés.	25 à 50 ^m
		Gneiss à mica noir. — Gneiss à mica nacré.	

Cette coupe nous montre que les terrains jurassiques se terminent dans le Mont d'Or Lyonnais par le niveau bien connu de la lumachelle de Bourgogne; ses fossiles si abondants ne permettent aucun doute sur la position exacte de cet horizon; au-dessous commence l'étage Rhétien ou couches de jonction, représentées soit par des grès, soit par des cargneules ou calcaires dolomitiques, renfermant avec des débris de dents et d'ossements, des *Avicula contorta*, des *Teniodon præcursor*, etc., en un mot, les fossiles

caractéristiques de ce nouvel étage ; viennent ensuite les grès triasiques du keupèr avec les marnes salifériennes ; ces empreintes de cristaux de sel sont un indice certain de l'âge de cet horizon (1). Ce n'est qu'à 60 mètres au-dessous des premiers bancs keupériens que nous retrouvons la couche à ossements du muschelkalk ; cette couche correspondrait à la couche dolomitique à ossements que M. Levallois a trouvée au même niveau à Sainte-Anne, près Lunéville (Meurthe) (2). Il y a donc impossibilité de confondre ou de rapprocher ces deux zones à ossements si nettement distinctes.

Quant à l'étage Rhétien lui-même, nous pouvons en donner une coupe détaillée. Il y a quelques mois, lorsque l'on fit les travaux pour l'élargissement du chemin de Saint-Cyr à la Saône, nous pûmes relever une coupe complète des terrains de la localité ; à l'entrée du village de Saint-Cyr, au sommet de la montée, on fut obligé de faire dans le flanc de la montagne une tranchée de plusieurs mètres qui mit à nu les différents niveaux de l'étage Rhétien ; ces travaux ont été ensuite prolongés latéralement pour établir les fondations de la nouvelle église de Saint-Cyr ; voici les diverses couches que nous y avons observées.

(1) Ces empreintes de cristaux cubiques ont été observées pour la première fois par M. Fournet ; on les avait déjà constatées aux environs de Lunéville et de Stuttgart ; ce sont des pseudomorphoses calcaréo-argileuses de sel gemme.

(2) *Aperçu de la constitution géologique du département de la Meurthe*, p. 25.

ZONE A <i>Ammonites</i> <i>planorbis</i> .	1	Marnes ocreuses intercalées au milieu de calcaires à grains fins en lits minces; fossiles nombreux (<i>Lumachelle</i> de Bourgogne).	3 ^m ,00
	2	Marnes verdâtres alternant avec des calcaires fins, de 0 ^m ,06 à 0 ^m ,08 d'épaisseur.	1 ^m ,50
	3	Marnes verdâtres.	1 ^m ,50
ÉTAGE RHÉTIEN.	4	Argile rouge, peu effervescente aux acides, et petits filets d'arragonite jaunâtre.	0 ^m ,30
	5	Cargneules rouges et jaunes alternant avec des marnes hariolées, et des lits d'arragonite.	3 à 4 ^m
	6	Cargneules rouges et jaunes avec quelques fossiles; <i>Tæniodon</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Avicula</i> , dents.	0 ^m ,20
	7	Arragonite à fibres perpendiculaires.	0 ^m ,08
	8	Grès tendres, à ciment marneux rouge ou jaune; dents et écailles de poissons.	
	9	Cargneules rouges en gros bancs, avec quelques fossiles; <i>Tæniodon</i> , dents, etc.	0 ^m ,35
	10	Marnes jaunes, terreuses, avec deux lits de marne durcie.	0 ^m ,55
	11	Cargneules rougeâtres; fossiles (?).	0 ^m ,55
	12	Carbonate de chaux fibreux, arragonite, en plusieurs petits lits; banc de grès jaunâtre.	0 ^m ,10
	13	Marnes jaunes sans fossiles.	0 ^m ,35
KEUPER.	14	Cargneules rouges, avec <i>Tæniodon</i> , dents, etc.	0 ^m ,68
	15	Grès jaunâtre.	0 ^m ,20
	16	Marnes très-argileuses, hariolées de jaune et de rouge dans le bas.	2 ^m ,50
	17	Calcaire magnésien rougeâtre, sans fossiles?.	0 ^m ,80
	18	Marnes rouges, vertes et violettes.	2 ^m ,00
	19	Grès rose et blanc, friable, avec rognons durcis.	4 ^m ,00 ?
	20	Calcaire magnésien lie de vin, avec des grains de quartz dans le bas.	2 ^m ,00 ?
	21	Grès du keuper de diverses couleurs, avec une couche renfermant des empreintes de cristaux de sel; empreintes de pas de <i>Cheirotherium</i>	60 ^m ,00

L'étude de cette coupe nous permet de signaler plusieurs faits importants; nous remarquons d'abord qu'il existe au Mont d'Or comme dans la Lorraine une couche d'argile rouge à la partie supérieure de l'étage Rhétien; M. Levallois signale, en effet, dans sa note sur les couches de jonction du trias et du lias dans la Lorraine et dans la Souabe cette même argile à la côte de Château-Salins; cette couche, dit-il, existe d'un bout à l'autre du département, accusée qu'elle est par l'existence d'un magnifique niveau de sources à la ligne de contact du calcaire et de l'argile rouge (1); dans le Mont d'Or, cette argile rouge joue le même rôle hydrographique; elle sert à colliger les eaux qui filtrent à travers les calcaires qui la recouvrent pour donner lieu à plusieurs petites sources; mais son épaisseur dans nos pays est beaucoup moindre qu'à Château-Salins où elle a 3 mètres de puissance; ce n'en est pas moins, ainsi que l'a fait observer M. Levallois, un caractère

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXI, p. 398.

très-précis qui peut servir de démarcation entre les deux étages sinémurien et Rhétien ; on pourrait rapprocher de ces argiles rouges les argiles rouges et rougeâtres que M. Edm. Pellat a observées à la partie supérieure de l'étage Rhétien, aux environs de Couches-les-Mines, dans la Bourgogne. Il en est de même des lits d'arragonite que l'on a rencontrés au même niveau dans plusieurs points de la France et notamment dans le Var.

La couche à ossements n'est pas unique ; nous voyons, en effet, dans la coupe de Saint-Cyr quatre lits différents qui renferment des débris de poissons ; c'est la couche n° 8 qui en renferme le plus ; cette couche de grès serait donc le véritable *bone-bed* des Anglais ; les autres niveaux qui contiennent des dents sont les cargneules n° 6, 9 et 14 ; là seulement elles sont associées avec des mollusques, les *Avicules*, les *Tæniodon*, etc. ; elles sont du reste moins abondantes que dans la couche n° 8 ; cette couche ne renferme que des ossements et des dents ; nous n'y avons pas trouvé jusqu'à ce jour d'autres débris de nature organique ; elle présente une grande ressemblance avec le grès du *bone-bed* signalé dans le Mâconnais par M. de Ferry, au-dessus du château des Essertaux, en face de Bussière, près de Saint-Sorlin. Ces couches multiples à débris ossifères ont leur équivalent dans la Bourgogne ; M. Edm. Pellat, dans ses belles découvertes des environs de Couches-les-Mines, a pu observer trois niveaux distincts et nettement séparés, renfermant des dents et des ossements remarquables ; dans cet endroit, l'étage a de 12 à 15 mètres de puissance.

Les fossiles que nous avons pu recueillir jusqu'à ce jour sont encore peu nombreux ; cependant nous pouvons signaler dès à présent les espèces suivantes :

Fragments de reptile.	<i>Axinus elongatus</i> , Moore.
<i>Saurichthys acuminatus</i> , Agassiz.	<i>Trigonia postera</i> , Quenstedt.
— <i>apicalis</i> , Agassiz.	<i>Cardita austriaca</i> , Hauer.
— <i>costatus</i> , Münster.	<i>Cardium Philippianum</i> , Dunker.
<i>Acrodus minimus</i> , Agassiz.	<i>Mytilus minutus</i> , Goldfuss.
<i>Sargodon tomicus</i> , Plienenger.	<i>Avicula contorta</i> , Portlock.
<i>Sargodon</i> , nov. sp.	<i>Gervillia præcursor</i> , Quenstedt.
<i>Pycnodon</i> .	— <i>inflata</i> , Schafhäutl.
<i>Hybodus</i> .	<i>Tæniodon præcursor</i> , Schælnbach.
<i>Thectodus</i> .	
<i>Amblypterus ornatus</i> ? (Giebel)	<i>Pecten valoniensis</i> , Defrance.
écailles.	<i>Orthostoma</i> ?

C'est à l'extrême complaisance de notre savant ami, M. Noguès, que nous devons la détermination des dents que nous venons de

citer. Ces dents sont communes à la fois à l'étage Rhétien et au Muschelkalk; on les rencontre aussi fréquemment dans les deux étages; ce fait très-remarquable tendrait à nous faire croire que le niveau supérieur serait aussi bien triasique que le niveau inférieur; mais, quoique nous n'ayons pas trouvé de dents au-dessus des *Avicules* et des *Tæniodon*, nous savons que M. J. Martin (1) signale neuf espèces de vertébrés communs à la zone à *Avicula contorta* et à la zone à *A. angulatus* qui lui est bien supérieure; nous avons donc un certain nombre d'espèces qui se rencontrent depuis le Muschelkalk jusque dans la zone à *A. angulatus*. D'autre part, les mollusques ne présentent pas de caractère plus précis; au Mont d'Or, nous ne pouvons établir aucun rapprochement entre ceux des deux couches à ossements, ceux de la couche inférieure étant à l'état de moules indéterminables; ceux du véritable *bone-bed* sont presque tous spéciaux à l'étage qu'ils caractérisent; il n'y a que le *Pecten valoniensis* qui dépasse la zone à *A. planorbis*; mais en Bourgogne le nombre de fossiles communs à ces deux niveaux est considérable et tend à prouver que l'on ne peut pas compter sur eux pour caractériser l'étage Rhétien. M. Edm. Pellat possède dans sa belle collection des plaques calcaires venant des environs de Couches-les-Mines et qui renferment en même temps l'*Avicula contorta* et la *Plicatula intusstriata* que l'on croyait être l'un des fossiles les plus caractéristiques de la zone à *A. planorbis*; nous avons vu, du reste, que M. J. Martin (2) cite dans la zone à *Avicula contorta* quarante-vingt-dix espèces, dont cinquante-deux sont spéciales à cet horizon; six ont déjà été signalées dans le trias et seize continuent à se propager dans l'infra-lias proprement dit; les autres sont douteuses. Il n'y a donc pas possibilité de conclure, d'après les caractères paléontologiques, quant aux affinités géologiques de l'étage Rhétien avec les couches qui lui sont supérieures ou inférieures; c'est donc à proprement dire un facies paléontologique transitoire. Mais il n'en est plus de même si nous venons à étudier les caractères pétrographiques de cet étage. La présence de ces grès, de ces cargneules, intercalés dans des marnes tantôt rouges, tantôt jaunes, nous porte à rapprocher ces terrains de ceux du keuper et par

(1) *De la zone à Avicula contorta et du bone-bed de la Côte-d'Or* (*Mém. de l'Acad. des scienc., arts et belles-lettres de Dijon*, t. XI, p. 74).

(2) *De la zone à Avicula contorta et du bone-bed de la Côte-d'Or* (*Mém. de l'Acad. des scienc., arts et belles-lettres de Dijon*, t. XI, p. 75).

Note sur l'âge des lignites de Cimeyrols et sur le terrain crétacé des environs de Sarlat

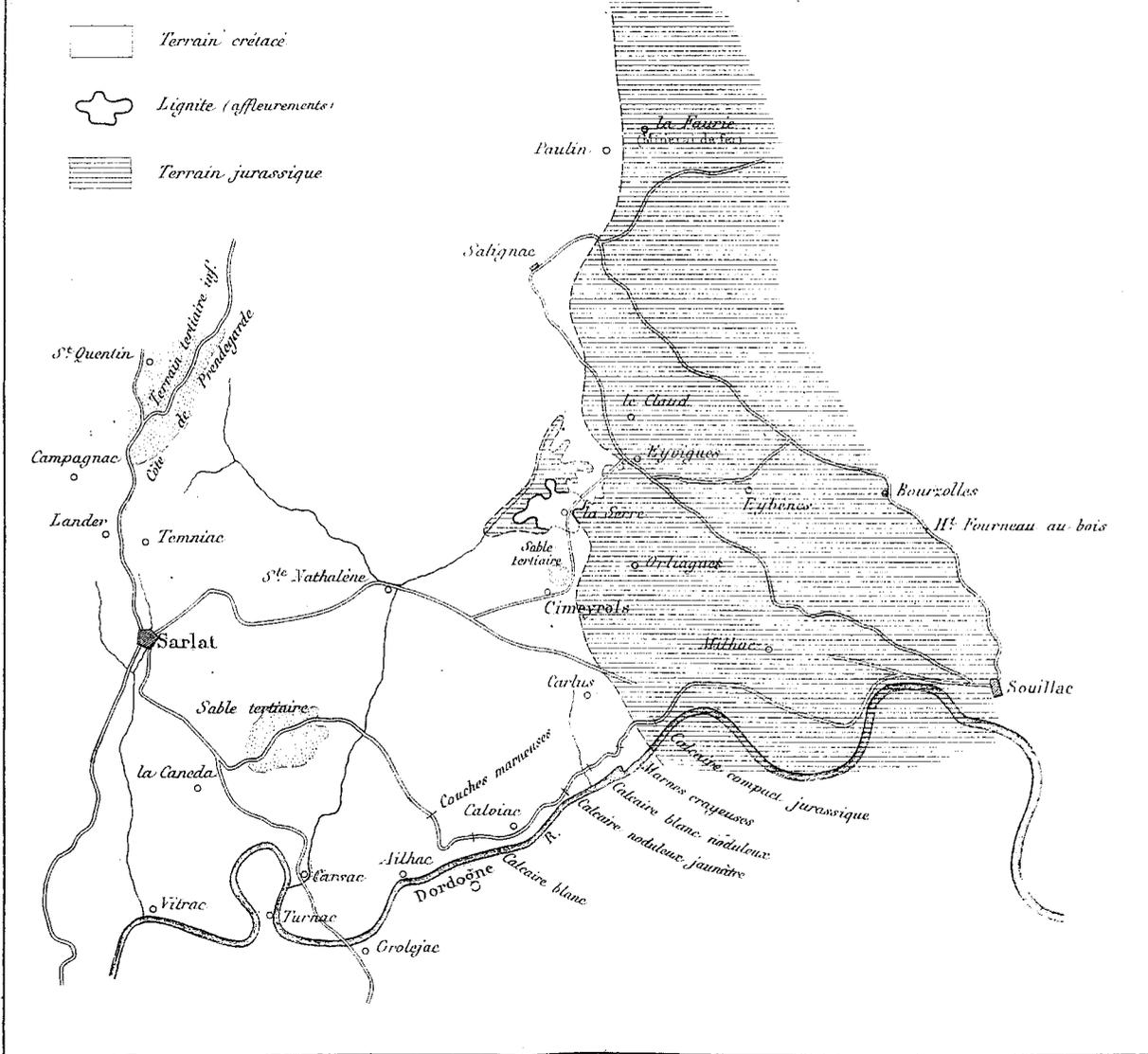
par M. MEUGY

Légende

-  Terrains tertiaires
-  Terrain crétacé
-  Lignite (affleurements)
-  Terrain jurassique

Echelle de 1 à 250,000

° Nadaillac
(Minerai de fer)



Gravé d'après Avril, Carte des Fournarains, 18. Fôtre.

Fig. Reunier, Paris



conséquent à les considérer comme étant triasiques; il est à remarquer que le phénomène de rubéfaction qui se manifeste d'une manière évidente dans les roches situées au-dessous de l'argile rouge disparaît à partir de ce niveau de toutes les couches depuis l'infra-lias jusqu'aux bancs supérieurs de l'étage sinémurien.

Nous terminerons en disant : que la couche à ossements la plus inférieure au Mont d'Or est complètement triasique; que la formation qui est au-dessous de la lumachelle de Bourgogne doit former un étage à part, correspondant à la zone à *Avicula contorta* et au *bone-bed* des auteurs anglais; enfin, que les caractères pétrographiques de cet étage indiquent une affinité toute particulière pour le trias.

A la suite de cette lecture, M. Hébert dit qu'il considère le bone-bed comme se rattachant mieux au lias qu'au trias. Le bone-bed de la partie supérieure du muschelkalk est connu depuis longtemps à Lunéville. On y trouve des dents de poissons et de sauriens comme dans l'infra-lias; mais, quand même elles appartiendraient à des espèces identiques, ce serait encore un argument de peu de valeur, en raison de la difficulté que présentent les déterminations de poissons et de reptiles, à l'aide de simples dents.

M. Marcou rappelle à la Société qu'en 1847 il a vu chez M. Guillebot de Nerville, à Dijon, une très-belle collection de fossiles du bone-bed, provenant du tunnel de Blaisy.

M. Levallois dit que M. J. Martin a consigné cette découverte dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Dijon*.

M. Marcou annonce à la Société que l'empereur du Brésil a fait constater à M. Agassiz, dans les environs immédiats de Rio-Janeiro (par 26° environ de latitude sud) des traces de glaciers parfaitement caractérisés.

M. Meugy lit la note suivante :

Observations sur l'âge des lignites de Cimeyrols et des environs de Sarlat (Dordogne); par M. Meugy (1) (Pl. II).

J'ai eu occasion de visiter, dans le courant de la campagne de 1865, le gisement ligniteux de Cimeyrols sur les confins des dé-

(1) J'ignorais qu'un mémoire de M. Arnauld sur les lignites du

partements de la Dordogne et du Lot. Ces lignites, placés à la séparation des terrains jurassique et crétacé, avaient pour moi de l'intérêt parce qu'ils me rappelaient ceux des environs de Barjac (Gard) dont j'ai déjà parlé antérieurement (1); et il m'a paru utile d'en donner la description, d'autant plus que je ne partage pas, quant à leur âge, les idées exprimées par M. Harlé dans une note insérée au *Bulletin* (t. XX, p. 121).

J'aime à penser que mon honorable collègue ne verra dans ma communication que le désir de rechercher la vérité, en m'appuyant sur des faits, que l'avancement des travaux des mines m'ont permis d'observer, et qui ont pu lui échapper à l'époque à laquelle il s'est livré à l'étude des calcaires crétacés du Sarladais.

On lit dans cette note : « A Cimeyrols, se trouve sur le flanc » d'un coteau, une couche de lignite reposant sur les couches jurassiques et au-dessus de laquelle se voient des blocs calcaires » avec *Ostrea columba* qui ont fait rapporter ce lignite à la base » des terrains crétacés. Mais si l'on fait attention que des puits de » recherches ont montré que la couche ne s'étendait pas dans les » coteaux voisins où on a traversé les calcaires à *Ostrea columba* » reposant directement sur les couches jurassiques sans aucune » interposition de lignite, et que les blocs qu'on voit à Cimeyrols » au-dessus du lignite ne sont nullement en place, mais remaniés » dans les argiles qui forment le toit de la couche en même temps » que le couronnement du coteau ; si l'on remarque, de plus, que » les fossiles trouvés dans les lignites (très-grandes natices, cérites, » feuilles diverses) paraîtraient indiquer une faune plus récente » que celle de la base des terrains crétacés, nous pensons qu'on » sera porté à considérer ce petit dépôt de lignite comme de formation beaucoup plus moderne... », etc.

Les lignites en question sont exploités entre Eyvigues et Cimeyrols près du hameau de la Serre. Je joins d'ailleurs à la présente notice un extrait de la carte de Cassini réduite à l'échelle de $\frac{1}{160000}$, sur laquelle j'ai indiqué leurs affleurements ainsi qu'un aperçu de la constitution géologique du pays. On voit que cette formation n'occupe qu'un espace très-circonscrit (150 hectares environ) sur

Sarladais avait été présenté dans la séance du 6 novembre. Ne l'ayant appris que le 20 novembre au moment où je donnais lecture de cette note, je n'ai pris connaissance de ce mémoire qu'après coup. Du reste, mes conclusions sont d'accord avec celles de M. Arnauld, en ce qui concerne les lignites de Cimeyrols.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 1863, t. XX, p. 410.

les bords du bassin crétacé. Son épaisseur, comme on le verra plus loin, ne dépasse pas 5 à 6 mètres, et les assises dont elle se compose sont presque horizontales.

La ligne d'affleurement du lignite qu'il est facile de reconnaître par la série des travaux de recherches qui y sont pratiqués, suit les flancs des coteaux à 50 mètres environ au-dessous du plateau supérieur. C'est surtout au nord que sont concentrés les travaux actuels d'exploitation. J'ai vu sur un des versants inclinés de ce côté, un puits d'une dizaine de mètres de profondeur qui a rencontré le lignite au-dessous d'une marne crayeuse en bancs réglés n'offrant aucune trace de remaniement. J'ai aussi pénétré dans une galerie d'une soixantaine de mètres ouverte sur l'affleurement de la couche à peu de distance de ce puits. Cette galerie qui est horizontale s'enfonce sous la colline et démontre avec évidence que le lignite est recouvert en ce point par 50 mètres au moins de bancs marneux. Voici, du reste, une coupe assez complète que j'ai pu prendre dans une vigne ravinée depuis peu par un orage, entre la Serre et Freytoulet, près des travaux neufs de la mine de la Serre. On observe successivement de bas en haut : un calcaire gris très-compact à cassure conchoïdale (jurassique supérieur) qui forme la base des collines et qui se montre jusqu'au fond du ravin ; puis immédiatement au-dessus :

1° Affleurement de lignite.	0 ^m ,50
2° Argile rougeâtre recouverte par une nouvelle couche de lignite.	4 ^m ,00
3° Argile de même couleur très-consistante, mêlée intimement de sable très-fin et sillonnée de veines calcaires d'un blanc mat.	4 ^m ,00
4° Même argilite ayant l'aspect de la brique cuite, ou halloysite sableuse à pâte fine et serrée avec veines blanches calcaires comme la précédente et concrétions ferrugineuses d'un brun noirâtre. Cette couche se subdivise en une série de petits lits schisteux, quelquefois très-minces, qui se distinguent par leur nuance jaune rougeâtre plus ou moins foncée.	2 ^m ,50
5° Sable très-fin argileux et calcaire de couleur jaune pâle.	0 ^m ,50
	5 ^m ,50

Vient ensuite le terrain crétacé proprement dit commençant par une marne blanchâtre, très-friable, d'un blanc sale (1 mètre), à laquelle succède un calcaire assez compacte, un peu argileux et donnant une chaux assez hydraulique (1^m,30), puis un calcaire

argileux bleuâtre (1 mètre), un calcaire blanc marneux (1 mètre), une nouvelle couche de calcaire bleuâtre argileux (1^m,30), puis enfin, un calcaire blanc (50 centimètres) jusqu'au chemin qui suit la côte et relie entre elles les diverses exploitations.

J'ai cru inutile de poursuivre cette coupe à une plus grande hauteur. Car, quoique restreinte dans d'étroites limites, elle suffit pour montrer que la formation ligniteuse repose directement sur le calcaire jurassique et se trouve immédiatement recouverte par les marnes crayeuses qui sont bien en place et dont les bancs alternativement blancs ou bleuâtres et plus ou moins argileux, rappellent très-bien les couches de même nature connues dans le Nord sous les noms de *dièves*, *bleus*, *petits bancs*, etc., que traversent les puits de mines avant d'atteindre le terrain houiller.

L'*Ostrea columba* est d'ailleurs très-commune dans ces marnes, qui rentrent par suite très-certainement dans le système cénomancien de d'Orbigny, ou dans le système nervien du Nord de la France et de la Belgique.

Voici encore une autre coupe du même terrain prise dans la tranchée ouverte à l'entrée de la galerie Napoléon. De bas en haut :

Lignite, de 0 ^m ,50 à 1 mètre, soit.	0 ^m ,75
Lit de glaise d'un rouge violacé.	0 ^m ,40
Glaise jaune avec concrétions ferrugineuses.	0 ^m ,30
Glaise blanche (réfractaire), de 0 ^m ,40 à 0 ^m ,80.	0 ^m ,45
Glaise d'un beau jaune clair.	0 ^m ,45
Glaise rougeâtre.	0 ^m ,20
Terre végétale avec cailloux calcaires.	0 ^m ,70
	2 ^m ,65

Dans l'intérieur de la galerie, on trouve au-dessus de la première couche de lignite, dont l'épaisseur est de 50 centimètres environ : 1^m,50 de glaise jaunâtre avec concrétions ferrugineuses (qui correspond aux différents lits glaiseux détaillés dans la coupe précédente), puis au ciel de la galerie : 50 centimètres d'argile schisteuse noirâtre au-dessus de laquelle se trouve une deuxième couche de lignite de 60 centimètres de puissance.

On compte à la Serre trois couches de lignite, mais qui ne s'étendent pas régulièrement sur toute la surface concédée. La couche intermédiaire que représente probablement l'argile schisteuse noirâtre indiquée ci-dessus est généralement impure et n'offre qu'un mélange de lignite et de schiste.

J'ai dit que les assises du terrain en question étaient à peu près

horizontales. Elles affectent toutefois une légère pente (2 à 3 centimètres par mètre) de l'est à l'ouest. Aussi les affleurements s'élèvent-ils peu à peu de l'ouest à l'est vers la grande route où se trouve la maison de direction. Si le terrain crétacé n'avait pas été dénudé, les affleurements du terrain à lignites à l'est du hameau de la Serre seraient seuls apparents. Ceux à l'ouest n'ont été en effet mis à découvert que par les dernières érosions du sol auxquelles sont dus les ravins creusés dans le voisinage des Garrigues, de Fleytoullet et des Bernadies. On voit très-bien sur les pentes de ces ravins opposées à celles où affleure le lignite, le plan de séparation entre les terrains jurassique et crétacé. On y a même fait des recherches de lignite qui sont restées sans résultat. Cette ligne de séparation est assez facile à reconnaître par la différence très-tranchée entre les caractères minéralogiques des calcaires appartenant à ces deux terrains. Ceux du terrain jurassique qui affleurent tout le long de la côte en montant d'Eybènes à Eyvigues, sont ou oolithiques ou compactes à pâte très-fine et à cassure conchoïde, comme ceux qui supportent le lignite dans la première coupe que nous avons donnée plus haut; tandis que ceux du terrain crétacé sont au contraire de nature terreuse, à tissu lâche ou suberistallin. La formation d'eau douce à lignites n'existe donc pas sur toute la lisière du bassin crétacé, et on doit en voir le motif dans les circonstances particulières de niveau et d'humidité qui permettaient à la végétation de se développer sur un point plutôt que sur un autre.

Le petit bassin de Cimeyrois n'est d'ailleurs pas le seul qui existe dans le Sarladais sur le même horizon géologique. Il s'en trouve encore d'autres à proximité de la Dordogne, de Domme à Saint-Cyprien, au sud-ouest de Sarlat. Seulement, ces derniers sont moins en évidence que celui de Cimeyrois, qui par suite a pu être exploré et exploité plus facilement et à moins de frais.

Les mines de la Serre produisent annuellement 2000 tonnes de lignites qu'on emploie surtout au chauffage domestique et à la fabrication de la chaux. Leur débouché principal est la ville de Sarlat et ses environs. On les exporte jusqu'à Saint-Cyprien. Ils alimentent même la papeterie de Couze, près Bergerac. On vend ces lignites 9 francs la tonne en gros morceaux. Le menu schisteux qui brûle sur le carreau des mines est livré aux agriculteurs au prix de 75 centimes l'hectolitre.

Quant aux caractères particuliers du lignite, il est compact, d'un brun noirâtre et sans aucun éclat. On y trouve entre autres fossiles, des *Ampullaria* et des ossements d'animaux indéterminés.

Il renferme quelques petites veinules pyriteuses qui, en s'effleurissant à l'air, réagissent sur le calcaire en donnant lieu à un dépôt ocreux et à du sulfate de chaux. J'ai recueilli un échantillon qui représente un fragment de calcaire ainsi modifié. Il est terreux, de couleur jaunâtre, imprégné de cristaux de gypse et présente encore en certains points des parties calcaires qui font effervescence avec les acides.

La formation que je viens de décrire offre beaucoup d'analogie avec celle de même nature qu'on remarque dans les arrondissements d'Uzès et d'Alais (Gard), où l'on exploite non-seulement le lignite comme combustible, mais aussi les argiles réfractaires qui l'accompagnent. En effet, le système à lignites de ces localités est compris entre les marnes à *Ostrea columba* et les grès verts qui reposent immédiatement sur le terrain néocomien. Dans la Dordogne, les lignites sont compris entre les mêmes marnes et les couches supérieures du terrain jurassique. La seule différence, comme on le voit, c'est qu'ici le Greensand et le terrain néocomien manquent entièrement. La formation ligniteuse est aussi beaucoup moins développée que dans le département du Gard. Mais les roches dont elle se compose, bien qu'à l'état rudimentaire, sont bien la représentation de celles qui, sur une beaucoup plus grande échelle, il est vrai, caractérisent le terrain analogue des environs d'Uzès.

Les lignites de Cimeyrols me paraissent donc devoir être placés sur le même horizon que ceux du Gard et considérés comme un nouvel exemple d'une formation fluvio-marine préluant au puissant dépôt de la craie.

La lecture de la note de M. Harlé, si pleine d'intérêt d'ailleurs, m'a fait désirer de pousser jusqu'à Sarlat pour examiner la série des roches qui se succèdent jusqu'en haut de la côte de Prendegarde, où l'auteur signale sur le bord de la route, des bancs de sables et de grès représentant le premier étage crétacé de M. d'Archiac.

J'ai suivi la grande route jusqu'au point où elle atteint son niveau le plus élevé, là où elle contourne un petit mamelon qui domine le village de Saint-Quentin; et voici les observations que j'ai recueillies en revenant à Sarlat :

J'ai été frappé de l'aspect des roches qui couronnent toute cette côte et de leur ressemblance avec celles qui constituent le terrain tertiaire inférieur dans le Nord de la France. On y distingue des sables argilo-calcaires plus ou moins consistants, formant des alternances de bancs durs et tendres et dans lesquels les proportions des trois éléments : silice, argile et calcaire, varient beaucoup. Les

bancs durs renferment des parties blanches marbrées de jaune qui happent assez fortement à la langue. Il y a des argilites plus ou moins sableuses, des sables argileux micacés sans aucune trace de calcaire, des grès argileux effervescents. Toutes ces roches sont d'ailleurs plus ou moins micacées et glauconieuses. On remarque aussi des lits glaiseux qui se reconnaissent aux sources auxquelles ils donnent naissance, et des sables gris fins dans lesquels se trouvent des concrétions siliceuses jaunâtres très-fossilifères. En un mot, c'est le landénien inférieur du nord bien caractérisé. Les débris organiques abondent dans ce terrain. J'y ai recueilli entre autres fossiles : des *Ostrea* de diverses espèces, un moule intérieur de *Crassatelle*, une petite empreinte de *Turritelle* ou de *Cérîte*, une feuille d'arbre silicifiée avec son empreinte, un petit oursin plat du diamètre d'une pièce de cinquante centimes. Les amateurs auraient une riche moisson à faire dans le talus qui borde la grande route où l'on rencontre dans un espace de 4 à 500 mètres en revenant vers Sarlat jusqu'à l'embranchement du chemin de Saint-Quentin, les alternances de bancs durs et tendres qui forment le couronnement du plateau, puis une couche de glaise qui recouvre un sable gris-blanchâtre glauconifère très-pur exploité près dudit embranchement.

Plus bas, on voit apparaître dans les tranchées de la route un calcaire sableux-jaunâtre en bancs plus ou moins friables, où l'on remarque un grand nombre d'*Ostrea vesicularis* au têt siliceux, des empreintes de *pecten* et d'autres fossiles.

Ici se produit un changement complet dans la faune fossilifère comme dans la nature pétrographique des roches. En effet, au sommet de la montagne, on constatait la présence de sables purs, de glaises, d'argilites quelquefois privées entièrement de carbonate de chaux, avec des coquilles tertiaires bien connues. Au niveau actuel, au contraire, le calcaire est généralement répandu partout et les fossiles sont tout différents. Cependant, on observe vers la base de ce terrain jaunâtre, des marnes grises ou gris-blanchâtres avec nodules siliceux de couleur plus foncée, qui semblent reposer sur des sables argileux tout à fait exempts de calcaire.

Ce terrain a un faciès tout particulier. Par sa puissance qui paraît assez considérable, par sa couleur fauve si uniforme et par sa nature sableuse caractéristique, il semble constituer une formation à part.

Enfin, à 3 kilomètres environ de Sarlat, là où la route fait un coude prononcé, on voit le système calcaréo-sableux jaunâtre qui vient buter contre des calcaires marneux blanchâtres en bancs

compactes et continus. Il y a là une discordance de stratification assez marquée, que fait encore ressortir la présence de cailloux siliceux et ferrugineux, à la ligne de séparation des deux terrains.

De ce point à Sarlat, on ne remarque rien de particulier si ce n'est quelques zones bleuâtres qui se détachent sur le fond blanc général de la masse, ainsi que quelques nodules non siliceux parsemés çà et là.

A un kilomètre et demi de Sarlat, c'est une marne friable en bancs alternatifs diversement nuancés.

D'après ces diverses observations, je crois être autorisé à conclure que le terrain tertiaire inférieur ou le landénien inférieur du nord existe dans la Dordogne au-dessus du terrain crétacé.

Quant aux calcaires jaunâtres qui composent le premier étage crétacé de M. d'Archiac, c'est-à-dire le plus élevé dans la série des couches crétacées du sud-ouest, ils me paraissent constituer une formation distincte de celle des calcaires marneux inférieurs qu'ils recouvrent en stratification discordante et doivent être classés au-dessus de ces derniers calcaires que je considère comme compris, ainsi que je l'ai dit ailleurs (1), dans le grand système glauconieux (C₁, de la carte géologique de France) qui embrasse les craies glauconifères placées au-dessus des cornus de Valenciennes à la base de la craie blanche Sénonienne du Bassin de Paris.

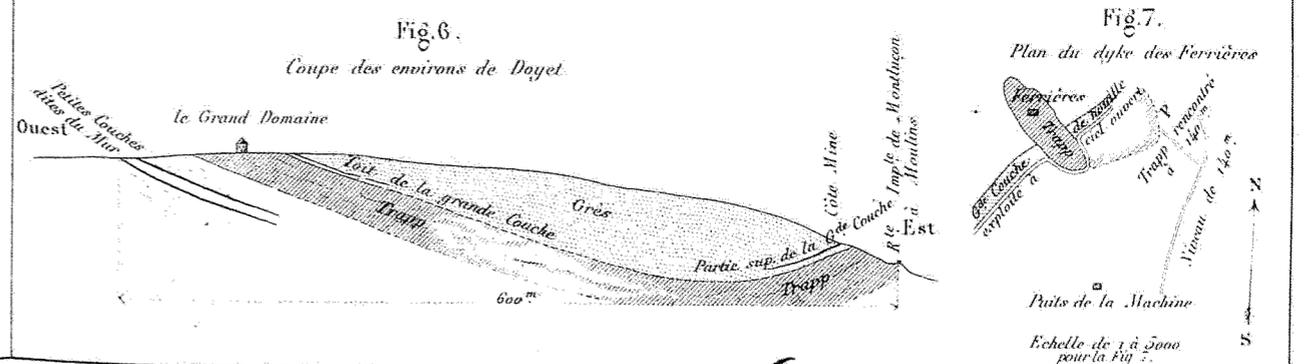
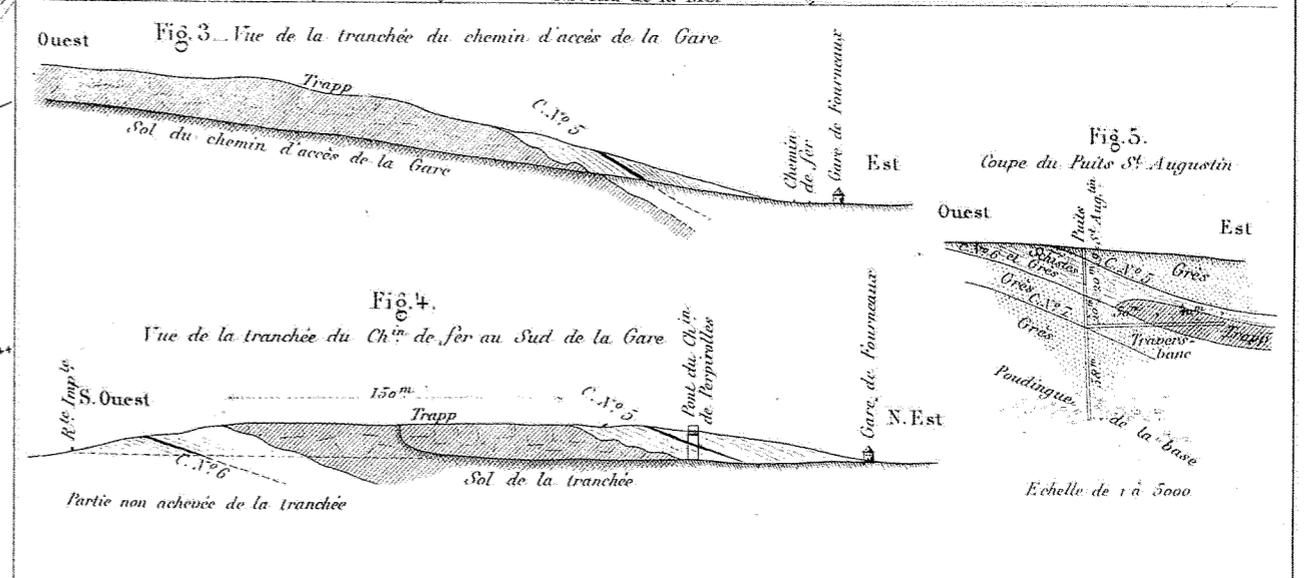
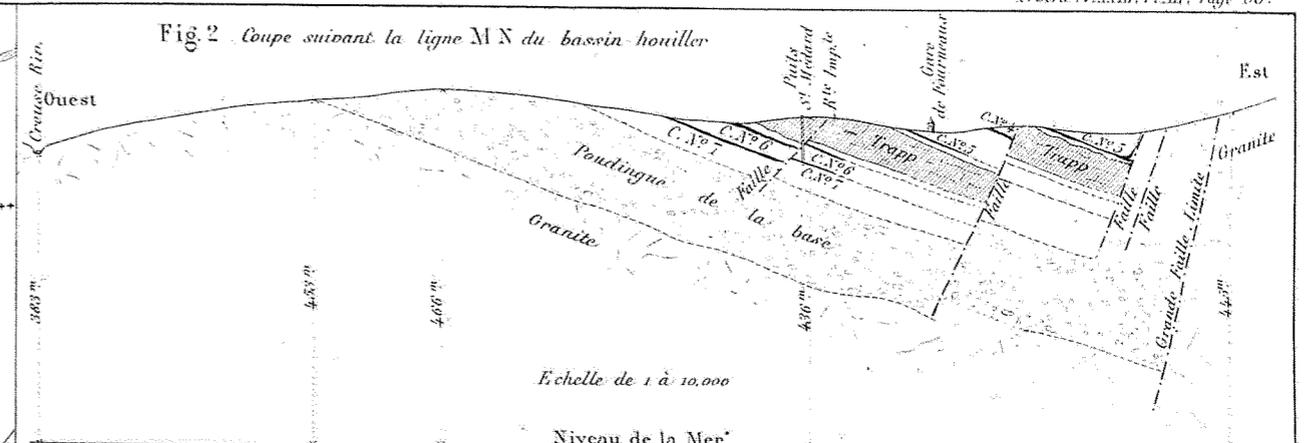
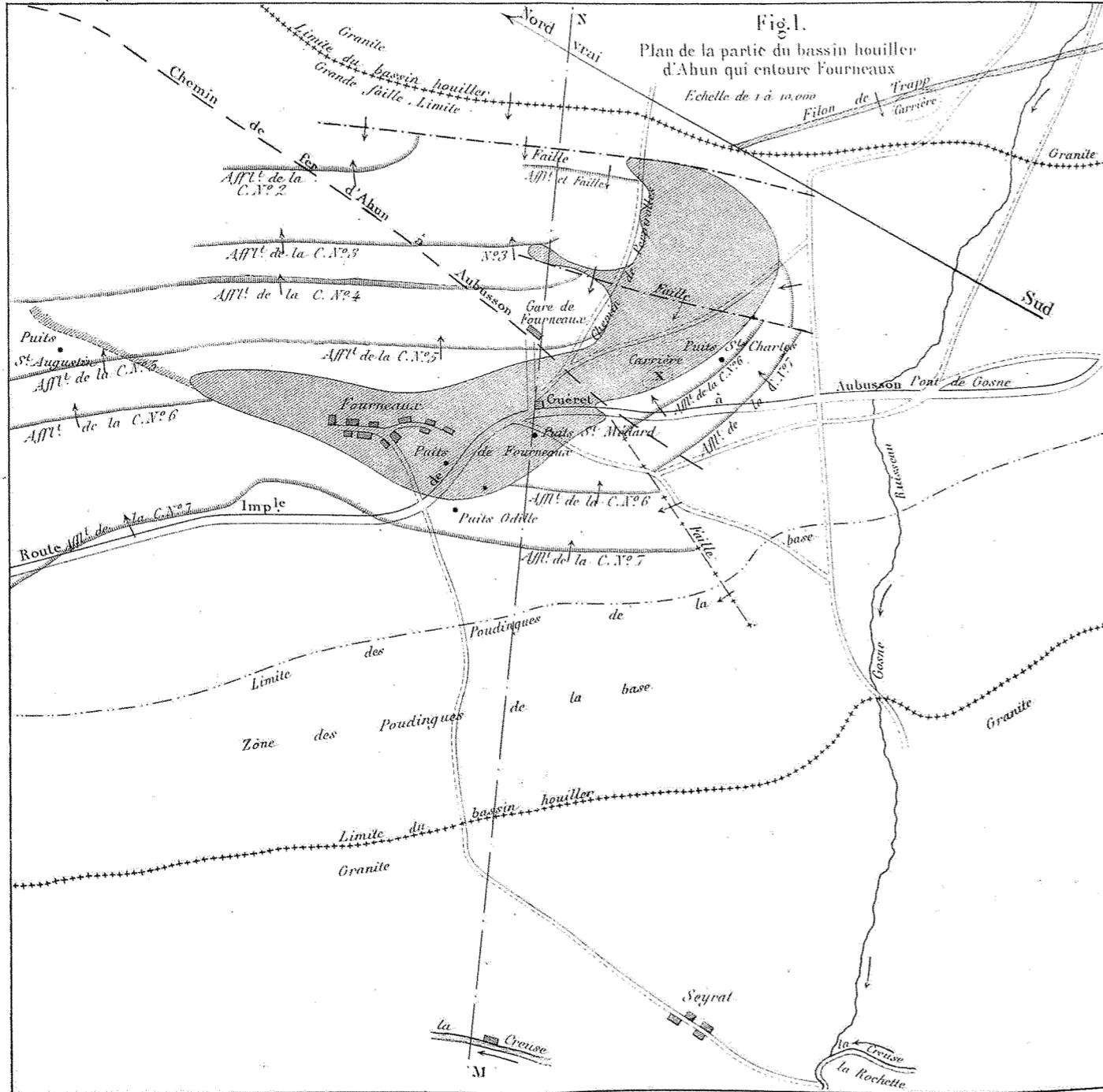
M. Gruner fait la communication suivante :

Note sur une roche éruptive trappéenne de la période houillère ;
par M. Gruner (Pl. III).

On sait qu'au terrain carbonifère du centre de la France se trouvent associées trois roches porphyriques : le porphyre *granitoïde micacé*, qui a paru après le dépôt du calcaire carbonifère et pendant la formation du Millstone grit ; le *porphyre quartzifère*, qui correspond à l'origine de la période houillère proprement dite, et l'*enrite quartzifère*, qui apparaît aux premiers jours de la période permienne (2). Ces trois roches éruptives, que l'on rencontre non-seulement dans les départements du Rhône et de la Loire, mais aussi dans le Morvan, les Vosges, l'Allier, la Creuse, l'Aveyron, etc., appartiennent au groupe que Durocher, conformément

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. XX, p. 549.

(2) *Description géologique du département de la Loire*, p. 425.



Dessiné chez Aimé Fournier des Bernardins 10, Paris.



aux vues de M. Élie de Beaumont, a appelé roches éruptives *acides* ou *siliceuses*. Parallèlement, ou à la suite de ces roches à excès de silice, en ont paru d'autres qui sont plutôt *basiques*; ce sont les *trapps* ou *greenstones* des géologues anglais, appelés aussi *whinstones*, dans le Nord de l'Angleterre, *toadstones* dans le Derbyshire, *greenrock* et *whiterock* dans les mines du Staffordshire. En France, les mêmes roches trappéennes apparaissent dans des conditions à peu près identiques; c'est la *roche noire* de Noyant et Fins; la *dioritine* de MM. Cordier et Boulanger à Commentry; le *porphyre verdâtre* du bassin de Brassac; les *porphyres pyroxéniques* des rives du Lot; les *wackes* et *porphyres brun noir*, que j'ai signalés dans les dépôts carbonifères de Rive-de-Gier, du Roannais et de la Creuse(1); puis les *mélaphyres* de la vallée de la Nahe près de Saarbruck.

Ces roches trappéennes se rencontrent, comme les basaltes, sous deux formes, tantôt à l'état de dykes, ou de filons, coupant franchement les assises sédimentaires, et tantôt en nappes plus ou moins régulières, étendues parallèlement aux bancs du terrain.

On a d'abord considéré ces nappes, à la façon des dykes, comme des intercalations postérieures; on les a représentées, s'échappant d'un dyke vertical, à la façon des racines sortant d'une souche commune.

On rencontre, en effet, des faits de ce genre, de véritables *filons-couches*; mais aussi on a par trop abusé de ce mode d'intercalation; on a bien souvent représenté comme des dykes ce qui, au fond, n'est qu'une coulée contemporaine. On reconnut d'abord que le basalte proprement dit s'est répandu, sous forme de véritables coulées, au sein des mers ou des lacs, lors de la formation des terrains tertiaires; tout le monde sait qu'il en est ainsi dans le Vicentin, la Limagne et le grand-duché de Hesse. Mais lorsqu'en 1821 M. Boué affirma timidement que certaines nappes trappéennes paraissaient, en Écosse, contemporaines des grès houillers, il trouva, en général, peu de créance parmi les géologues.

Ainsi, Mac Culloch et Sedgwick admettent encore en 1824 l'intercalation latérale; MM. de Brochant et Dufrenoy se prononcent peu après dans le même sens, et M. de Léonhardt, en 1832, à la suite de beaucoup d'autres géologues, représente également, dans son étude si complète des roches basaltiques, les nappes trappéennes comme des filons-couches, tout en reconnaissant l'étendue considérable de plusieurs d'entre elles parallèlement aux assises en-

(1) *Description géologique du départ. de la Loire*, p. 444.

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

caissantes. Mais, depuis lors, des vues contraires se sont fait jour. On a compris que ce qui avait eu lieu pendant la période éocène, dans le Vicentin, et plus tard dans la Limagne, avait pu se produire également aux époques antérieures. On a mieux approfondi les circonstances spéciales de ces gisements étranges, et l'on a reconnu qu'à toutes les époques géologiques il y eut des éruptions trappéennes. S^r Ch. Lyell en cite, d'après MM. Logan, Murchison, Ramsay, Forbes, Virlet, etc., depuis les systèmes laurentien et cambrien, jusqu'aux formations secondaires les plus récentes (1). Mais la période qui fournit sous ce rapport les plus nombreux exemples, antérieurement à l'ère tertiaire, est celle du système carbonifère. C'est du moins le cas en Angleterre, et il semble en être de même sur le continent. En France, en effet, c'est le terrain houiller qui est particulièrement sillonné de roches trappéennes, et si, au nord des Vosges, dans la vallée de la Nabe, les mélaphyres ne commencent à apparaître qu'à l'origine de la période permienne, on constate, au contraire, dans le plateau central, des coulées contemporaines de la période houillère.

M. Baudin a, depuis longtemps (1851), émis l'opinion que le porphyre vert de Brassac avait coulé lors du dépôt même du terrain houiller; et j'ai pu constater qu'il en est de même dans les bassins de la Loire, de l'Allier et de la Creuse, ou, du moins, que les roches trappéennes de la période houillère ne sont pas toutes rigoureusement de même date et que, si quelques-unes correspondent à de véritables dykes, coupant transversalement les assises, il en est d'autres, et en plus grand nombre, qui se présentent sous forme de coulées contemporaines. Je citerai, comme premier exemple, le bassin d'Ahun dans la Creuse, où j'ai plus particulièrement eu occasion d'étudier attentivement, pendant plusieurs années, la manière d'être d'une grande masse trappéenne.

Le bassin houiller d'Ahun longe la vallée de la Creuse entre Guéret et Aubusson. Sa longueur est de 13 kilomètres, sa largeur moyenne de 2000 mètres. Il est, de tous côtés, bordé par le granite éruptif à un seul mica. Celui-ci forme un vaste plateau ondulé, au sein duquel le bassin houiller occupe une sorte de profonde dépression. Les couches de houille, au nombre de sept ou huit, y sont désignées sous les n^{os} 1 à 8, en les comptant de haut en bas. Leur allure générale est parallèle à l'axe de bassin. Aux deux bouts seulement, les affleurements se contournent en forme de fer

(1) *Elements of geology*, 1865, p. 687 à 693.

à cheval. C'est vers l'extrémité sud du bassin, là où les couches sont ainsi repliées, que l'on remarque à la surface du sol houiller, au village de Fourneaux, une vaste nappe trappéenne. J'ajouterai, en ce qui concerne l'allure du bassin, que ses assises s'enfoncent graduellement, à partir de son bord occidental jusqu'àuprès de sa lisière opposée, et que là elles sont toutes brusquement coupées ou redressées par une énorme faille N. O.-S. E. qui relève le granite et le renverse même çà et là sur le dépôt carbonifère (fig. 1 et 2, Pl. III).

Dans ce granite qui entoure l'extrémité sud du bassin, et dans les roches anciennes qui bordent la Creuse jusque vers Aubusson et Felletin, on rencontre des dykes d'une roche brune et verte, de tous points semblable à celle qui a envahi le sol houiller au village de Fourneaux. Ces dykes, de directions assez variées, courent cependant pour la plupart sur le N. N. O. Leur puissance oscille depuis 50 centimètres jusqu'à 2 mètres.

L'un des plus importants et le seul qui nous intéresse ici se montre sur la lisière même du bassin houiller, au sud-ouest de Fourneaux. Il est surtout visible sur les deux rives du ruisseau de Gône qui, non loin de là, coupe la route de Guéret à Aubusson, puis se jette dans la Creuse au village de la Rochette. On exploite la roche, pour l'entretien de la route, dans une petite carrière, ouverte le long du dyke, sur la rive droite du Gône. La puissance du dyke est de 4^m,30; sa direction est le N. O., avec forte plongée vers l'ouest. Sa longueur est inconnue; mais on le suit à la surface du sol sur environ 1000 mètres; au delà, vers le S. E., il disparaît sous la terre végétale du plateau granitique, tandis qu'au N. O., à 3 ou 400 mètres de la petite carrière, dont je viens de parler, il est couvert par les éboulis granitiques, qui longent la grande faille N. O.-S. E. contre laquelle vient buter le bassin houiller. Puis, à 15 ou 20 mètres au delà de la lisière granitique, on rencontre, en suivant toujours la même direction, la masse trappéenne qui couvre, à Fourneaux, les assises houillères (voy. fig. 1, Pl. III).

Mais, avant de faire connaître la disposition de la nappe, je dois d'abord dire quelques mots de la roche elle-même, et, pour la caractériser de suite, il suffira de rappeler qu'elle ne diffère en rien de la roche porphyrique trappéenne du bassin houiller de l'Allier, que MM. Puvis, Berthier et Dufrénoy ont appelée *roche noire* à Noyant et Fins, et MM. Boulanger et Cordier, *dioritine* à Doyet et Commentry.

La nuance varie du gris bleuâtre foncé au vert brun noirâtre,

et passe dans les parties altérées au vert-olive ou même au jaune ocreux.

La roche est compacte, mais peu dure; l'acier en raye aisément toutes les parties. La cassure est plane, ou largement conchoïde, en grand, grenue, esquilleuse et même presque terreuse, en petit. La nature semi-terreuse de la roche se manifeste aussi, même dans les parties les moins altérées, par l'odeur fortement argileuse que provoque le souffle humide.

Au milieu de cette pâte à toucher rude, souvent en apparence presque homogène, on reconnaît pourtant toujours, au moins à la loupe, de petits prismes tout à fait noirs, inattaquables à l'acide, qui ne peuvent être que de l'amphibole ou du pyroxène. Le pyroxène a été reconnu depuis longtemps dans la roche de Noyant; dans celle de Fourneaux, les cristaux sont plus petits et les clivages moins nets. Néanmoins, M. Friedel, l'habile conservateur-adjoint de la collection minéralogique de l'École des mines, a pu isoler et reconnaître également, comme pyroxènes, les petits prismes de la roche de Fourneaux. Dans celle de Doyet, les taches noires paraissent aussi appartenir plutôt au pyroxène qu'à l'amphibole. La similitude totale des roches rend d'ailleurs la conclusion tout à fait probable, en sorte que le nom de *dioritine* ne devrait plus, ce me semble, être appliqué à la roche de Commentry.

Outre les petits prismes noirs de 0^m,002 à 0^m,003 de longueur, on aperçoit aussi quelques très-rares et très-petits grains brillants de quartz vitreux; par contre, je n'y ai pu voir nulle part des lamelles feldspathiques nettement accusées. La masse se compose pourtant d'un assemblage intime de deux silicates, l'un ferrugineux, soluble dans l'acide, et l'autre feldspathique, appartenant selon toutes les probabilités à l'espèce labrador, ainsi que cela résulte de deux analyses, faites par M. Mallard, que je citerai bientôt. Je dois ajouter que le silicate ferrugineux est intimement associé à du carbonate de fer comme dans les minerais de fer de la classe des *chamoisites*.

Le mica manque dans la roche de Fourneaux, mais il s'est développé dans plusieurs des dykes que l'on voit aux environs d'Aubusson. Dans la dioritine de Commentry, aux mines des Ferrières, le mica brun noir, ferro-magnésien, abonde même à tel point, que la masse prend, jusqu'à un certain point, l'apparence d'une *minette*, ou plutôt de la roche que M. Delesse a appelée *hersantide*, et dont l'élément feldspathique est de l'*anorthose*. Au reste, même dans ces variétés micacées, la dureté l'emporte sur celle des minettes.

Ailleurs encore, et principalement aux environs de Commeny (auprès de *Serclier*), et dans le département de la Loire, la roche passe aux wackes et aux amygdaloïdes à noyaux de spath calcaire, de quartz, etc.

On retrouve donc, dans le centre de la France, comme en Angleterre, et comme au milieu des mélaphyres de la vallée de la Nahe (*Oberstein*), toutes les variétés de roches qui caractérisent, en général, les masses éruptives trappéennes.

Ces roches diffèrent du basalte par une moindre dureté, une nuance plus claire, une pâte plus terreuse, une densité moindre (2,60 à 2,65 au lieu de 2,90 à 3,0), enfin l'absence de l'olivine.

Les caractères que je viens d'énumérer s'appliquent au trapp proprement dit de Fourneaux ainsi qu'à la roche *noire* de Noyant. Mais à Fourneaux, comme à Noyant, on rencontre *sous* la roche sombre une variété plus claire et plus tendre qu'il importe de faire connaître. M. Puvis dit qu'à Noyant « la roche noire repose » sur une roche jaunâtre moins dure, dans laquelle on voit aussi « des cristaux noirs (1). » Cette roche jaune est plus argileuse, et surtout, comme on verra bientôt, plus hydratée que la masse noire.

A Fourneaux, au puits Saint-Augustin, la nappe trappéenne passe, vers la base, à une masse blanche, tirant sur le gris vert clair, au milieu de laquelle on distingue aussi, dès qu'on la mouille, un grand nombre de très-petits prismes noirs, tout à fait semblables à ceux de la roche sombre. Cette masse blanche qui ressemble aux eurites argileuses, se compose en réalité, comme la roche noire, de deux silicates, l'un ferrugineux soluble, mêlé de carbonate de fer, l'autre feldspathique insoluble. Mais la variété blanche contient jusqu'à 10 0/0 d'eau et d'acide carbonique, tandis que la roche noire n'en renferme que 2 à 4 0/0, et cette eau ne me semble pas pouvoir être attribuée à une kaolinisation postérieure, puisque la roche blanche est cachée sous l'autre, et que celle-ci passe toujours par voie d'altération, non au blanc, mais bien au brun ou vert-olive, puis au jaune ocreux, plus ou moins foncé. Je reviendrai, au reste, sur cette question à la fin de ma note. Quant à présent, je ferai observer seulement que les deux variétés, noire et blanche, existent aussi en Angleterre, dans le

(1) *Ann. des mines*, 1^{re} sér., t. III, p. 46. — M. Puvis voit de l'*amphibole* dans ces cristaux noirs; mais c'est bien du *pyroxène*, et déjà MM. Dufrénoy et Boulanger avaient bien reconnu cette espèce minérale.

bassin houiller du Sud-Staffordshire. On les y nomme *green-rock* et *white-rock-trap*; elles ont aussi la même origine et passent l'une à l'autre. La roche blanche ne diffère de la variété sombre que par une proportion quintuple d'eau et une dose plus forte de carbonate de fer (1).

La roche verte de Fourneaux a été partiellement analysée, il y a peu d'années, par M. Mallard, alors ingénieur de la Creuse (2). Il a examiné deux échantillons différents : le n° 1, à cassure grenue conchoïde, où les petits prismes noirs sont bien apparents, et le n° 2, à texture fine, serrée, moins rude au toucher, mais d'une nuance vert noir plus foncée. Les deux échantillons fondent au chalumeau et dégagent de l'eau; tous deux aussi, lorsqu'on les attaque par l'acide chlorhydrique chaud, provoquent une effervescence faible, mais prolongée, qui dénote la présence du carbonate de fer.

L'analyse a donné :

	N° 1.	N° 2.
Silice.	60,83	56,23
Alumine et oxyde de fer.	20,43	22,93
Chaux	7,66	7,43
Magnésie et alcalis par différence.	5,38	7,51
Perte par calcination, eau et acide carbonique.	6,00	5,90
	400,00	400,00

L'acide chlorhydrique a dissout 18,65 0/0 et 21 0/0; et dans cette partie soluble, on ne trouve pas au delà de 0,40 de la chaux totale.

J'ai soumis de mon côté, ces roches à quelques essais :

La densité de la roche verte est de.	2,62 (3).
Celle de la roche blanche de.	2,51
La roche verte, calcinée au tube de verre, a perdu.	2 p. 100
La roche blanche.	8,5 p. 100

Dans les deux cas, la perte est principalement due à l'eau. En calcinant jusqu'au rouge naissant, elle s'élève à 4 0/0, dans le premier cas, et à 10 0/0 dans le second. Dans les deux cas, le résidu calciné est gris rose. En traitant la roche verte par l'acide chlor-

(1) *Memoirs of the geological Survey. — The South-Staffordshire coalfield*, par Beete Jukes, 1859, 2^e édit., p. 117.

(2) *Bull. de la Soc. des sciences naturelles de la Creuse*, 1858, t. III, p. 23.

(3) Un basalte compacte, noir, dont j'ai déterminé la densité comparativement, m'a donné 2,96.

hydrique chaud, il est resté une poudre blanche feldspathique pesant 78 0/0, tandis que la roche blanche a laissé un résidu analogue pesant 75 0/0.

Lorsqu'on compare ces résultats à l'analyse du mélaphyre d'Oberstein, dont la densité est de 2,68 (1), on voit que les deux roches sont analogues. L'élément alcalin est toutefois plus développé dans le porphyre allemand, ce qui a dû favoriser l'isolement du labrador, par voie de cristallisation. En tout cas, la faible proportion de silice et la présence de la chaux semblent bien annoncer que le labrador existe dans la roche de Fourneaux, comme dans la plupart des roches trappéennes.

Les roches de Commentry, Noyant, Brassac, Givors, etc., sont, de tous points, semblables à celles de Fourneaux, ainsi que le prouvent, outre les mêmes caractères extérieurs, les quelques essais que je mentionnerai bientôt. Mais auparavant revenons à Ahun, et voyons les rapports de la roche en question avec les assises houillères.

A l'inspection de la figure n° 1, on voit de suite que le trapp couvre le coteau sur lequel est bâti le village de Fourneaux et qu'il y dessine une sorte de fer à cheval, parallèlement aux traces des couches de houille. Au premier abord, il semble simplement s'étendre à la surface du sol, à la façon des coulées basaltiques. Mais il n'en est rien; c'est un *filon-couche*, une masse plate, disposée parallèlement aux assises du terrain, entre les couches de houille nos 5 et 6. On en a spécialement la preuve au puits Saint-Augustin; mais comme on ne voit pas encore, sur ce point, la liaison immédiate de la nappe souterraine avec l'amas extérieur, je citerai d'abord quelques autres faits.

Suivons, à partir de l'ancien puits Saint-Médard, situé au bord

(1) *Ann. des mines*, 4^e sér., t. XVI, p. 516. — M. Delesse a constaté que le feldspath du mélaphyre d'Oberstein est réellement du *labrador* et que la masse porphyrique est formée, dans son ensemble, de :

Silice.	54,43
Alumine et oxyde de fer.	29,73
Chaux.	4,73
Magnésie, alcalis, perte.	10,73 (par différence).
Eau et acide carbonique.	3,68

100,00

L'acide carbonique provient du carbonate de fer, comme à Fourneaux.

de la route impériale, le chemin d'accès récemment ouvert pour le service de la gare de Fourneaux. Le trapp, coupé par une tranchée normalement à sa direction, s'enfoncé, auprès de la gare, sous les schistes houillers qui forment le mur de la couche n° 5, tandis que, du côté opposé, on voit plonger sous la bande trappéenne la couche n° 6, et, plus bas encore, la 7^e couche, régulièrement exploitée au puits Saint-Médard. Les figures 2 et 3 montrent ces relations (1). Le puits traverse le trapp sur 40 mètres d'épaisseur ; vers le haut, la roche est divisée en masses polyédriques irrégulières, dans le bas, en colonnades prismatiques, presque verticales, de plusieurs mètres de hauteur. Entre le trapp et le terrain houiller, il n'y a pas trace de conglomérat de frottement ; on constate seulement sur ce point, comme au puits de Fourneaux, une salbande argileuse blanche, dont l'épaisseur varie entre 0^m,15 et 0^m,40. Cette salbande est due à une faille, bien connue dans les travaux souterrains, et, en effet, partout où le contact des deux roches n'a pas été troublé par des mouvements postérieurs, on ne voit ni salbande, ni brèche de frottement.

La surface supérieure de la masse trappéenne est légèrement inégale. La tranchée du chemin de la gare fait voir des surfaces bosselées, et pourtant les schistes argilo-houillers, immédiatement supérieurs, ne sont ni altérés, ni brouillés, ni transformés en brèche. L'action métamorphique est d'ailleurs tout à fait nulle.

A 150 mètres au sud de la gare de Fourneaux, entre les puits Saint-Médard et Saint-Charles, le chemin de fer coupe la masse de trapp, en tranchée ouverte, et, quoique la percée ne fût point encore terminée à l'époque de ma dernière visite (juin 1865), on pouvait néanmoins y constater déjà une intercalation pareille à celle dont je viens de parler. La figure 4 représente le profil de la tranchée. La masse de trapp a une largeur de 125 à 150 mètres. On la voit plonger, comme dans la tranchée précédente, sous les schistes de la couche n° 5.

La surface supérieure est légèrement ondulée, mais, dans son ensemble, parfaitement parallèle aux strates du terrain, et les schistes tendres, placés au-dessus, ne sont ni brisés, ni modifiés. La houille elle-même, quoique située à moins de 2 mètres de la roche éruptive, n'est pas altérée non plus ; enfin il n'y a pas le

(1) La figure 2 est une coupe transversale du bassin, tracée comme le plan n° 4 à l'échelle de 4 à 40000. — La figure 3 représente, à une échelle plus que décuple, la partie inférieure du chemin d'accès de la gare de Fourneaux.

moindre indice de conglomérat de frottement, rien qui dénote une intrusion violente et postérieure. La tranchée n'avait pas encore atteint le mur de la masse de trapp ; mais, grâce au concours du directeur de la mine d'Ahun, j'ai pu constater, par une fouille spéciale, qu'elle suit bien les assises du terrain. On retrouve d'ailleurs l'affleurement de la sixième couche à un petit nombre de mètres au-dessous de la lisière du trapp, et on peut la suivre, parallèlement à cette lisière, jusqu'au puits Saint-Charles et au-delà. Plus bas encore l'affleurement de la septième couche décrit une courbe régulièrement concentrique, et partout les travaux souterrains se sont étendus dans cette couche jusque sous le centre de la nappe de trapp, et cela, sans avoir rencontré le moindre dyke. Par contre, la grande faille-limite dont j'ai parlé plus haut a soulevé la roche éruptive aussi bien que les bancs du terrain houiller. A l'est du puits Saint-Charles (fig. 1 et 2), on voit le trapp coupé par un premier gradin de la faille, parallèlement à la lisière du granite, et cette coupure est marquée par une salbande argileuse, et, sur quelques points, par un conglomérat de frottement. Comme tous ses éléments proviennent de roches entièrement solidifiées, il ne peut être le produit de l'éruption du trapp ; il résulte du mouvement plus général qui releva le plateau granitique le long de la grande faille-limite N.O.-S.E. et comprima en même temps le bassin houiller. Si ce conglomérat provenait de l'éruption même, il serait partout associé aux surfaces de contact des deux roches, tandis qu'il est précisément limité aux points où se montre la grande faille houillère.

Dans cette partie du bassin, entre le puits Saint-Charles et le chemin qui conduit de Fourneaux à Perpirolles, la nappe s'élargit en forme de dôme très-surbaissé. C'est l'effet naturel du fer à cheval et des ploiments de la nappe, comme le montre la figure 1, et non le résultat d'un renflement proprement dit de la coulée. Pourtant la masse est loin de conserver une épaisseur uniforme ; elle s'amincit réellement du sud-est au nord-ouest. Le maximum d'épaisseur, 40 à 50 mètres, s'observe entre les puits Saint-Charles et Saint-Médard, tandis qu'au nord de Fourneaux la nappe descend graduellement à moins de 10 mètres, puis se termine en forme de coin, soit à la surface du sol, soit en profondeur, au puits Saint-Augustin. Mais, avant de signaler les faits observés sur ce point, disons quelques mots d'une petite carrière ouverte sur le trapp pour l'entretien de la route. Elle est située sur le bord méridional de la coulée, à 100 mètres environ au nord du puits Saint-Charles (au point X de la figure 1). La roche

s'y montre en colonnes prismatiques, presque verticales, dont les pans mesurent jusqu'à 0^m,50. Près de la surface du sol, et jusqu'à 1 mètre de profondeur, les prismes sont fissurés et parfois délités en sphéroïdes. Le long des plans de division des prismes, la roche est partiellement altérée. De chaque côté du joint, une zone de 0^m,01 à 0^m,02 ou 0^m,3 a passé du gris bleu foncé au vert clair, et près de la surface du sol au jaune ocreux. C'est l'altération bien connue de ce genre de roches. Entre les prismes, on trouve assez souvent de la silice blanche, durcie en calcédoine. Sur ce point, situé à la base de la nappe, la roche de nuance foncée se montre seule, et il en est de même aux puits Fourneaux et Saint-Médard. Par contre, au puits Saint-Augustin, dont il me reste à parler, la base de la coulée est tout à fait blanche et presque terreuse.

La nappe trappéenne, comme je viens de le dire, s'amincit à la surface du sol, vers le Nord. A 500 mètres de Fourneaux, elle se termine en promontoire prismé, comme une mince coulée basaltique. Mais on retrouve la roche dans les travaux souterrains du puits Saint-Augustin; celui-ci est placé sur l'axe prolongé de la bande en question, à environ 200 ou 250 mètres de son extrémité nord. Le puits lui-même a cependant traversé les couches nos 5, 6 et 7, aux profondeurs respectives de 9, 29 et 50 mètres sans rencontrer le trapp (figure 5). Mais un travers-banc, poussé vers l'est, sur l'aval pendage, au niveau de 50 mètres, a retrouvé la roche éruptive au toit immédiat de la couche n° 6, et en suivant la houille vers le sud, du côté de Fourneaux, on est demeuré constamment sous ce toit de trapp. D'un autre côté, la couche n° 5 est exploitée à 20 mètres au-dessus de la sixième, et ne paraît nullement troublée dans son allure. Ainsi, sur ce point encore, la masse de trapp se montre intercalée entre les sixième et cinquième couches, parallèlement aux assises houillères; mais son épaisseur a notablement diminué, car elle n'occupe qu'une fraction des 20 mètres qui séparent les deux couches. Elle est, de plus, limitée en largeur, et se retire peu à peu de l'amont pendage.

En effet, non-seulement le trapp ne paraît plus au jour, entre les deux affleurements, mais sa limite supérieure doit même passer à une faible distance à l'est du puits Saint-Augustin, puisque ce puits ne l'a pas rencontré, tandis qu'il se montre au bout du travers-banc placé en face du puits. Enfin, en suivant la sixième couche à ce même niveau, horizontalement vers le nord, on voit la limite du trapp se dévier de plus en plus vers l'aval pendage, car à 60 mètres au nord du puits, un deuxième travers-banc,

légèrement incliné, passe de la sixième couche à la cinquième, sans recouper la roche éruptive.

On peut donc ici fixer approximativement la limite supérieure de la nappe (1), et, partout où elle est accessible, on la voit se terminer assez brusquement en une sorte de biseau obtus, mais sans que ni les schistes, ni les grès houillers voisins aient été disloqués, et sans que l'on puisse y découvrir la moindre trace de brèche, ni de conglomérat de frottement. Il est surtout intéressant d'examiner sous ce rapport la galerie sud, dans laquelle on observe le trapp au toit de la couche. Le recouvrement est immédiat, ou du moins, entre la houille proprement dite et le trapp, on constate à peine 0^m,04 à 0^m,5 de schiste argilo-sableux noir, plus ou moins bitumineux et entremêlé de veinules de houille. Le trapp est soudé au schiste, mais il n'y a ni passage, ni altération d'aucune sorte. La roche est tout à fait blanche ou d'un gris verdâtre pâle ; c'est exactement le *white-rock* du Staffordshire. Elle est divisée en masses prismatiques dont tous les joints ont été remplis par le magma noir qui la sépare de la houille. Il semblerait que la pression de la masse éruptive a fait remonter la boue noire dans tous les vides résultant de la division prismatique.

Le trapp, avec ses veinules noires, fait, au toit de la galerie sombre, l'effet d'une étoffe blanche, sur laquelle on aurait étendu un filet à larges mailles polygonales noires de 20 à 25 centimètres de côté. L'épaisseur des veines dessinant les mailles est presque partout de 1 centimètre. C'est une roche dure, grenue, tout à fait noire, entièrement semblable à celle qui couvre la houille. On y distingue des parcelles de houille, de la pyrite de fer et des lamelles de carbonate de chaux qui ont dû se déposer après coup par infiltration dans les fissures capillaires. Chauffée au tube de verre, la masse noire dégage de l'eau à odeur bitumineuse. La perte totale est de 8 pour 100 dont 3,5 se composent d'eau. La roche, privée de ses lamelles calcaires par l'acide acétique, est à peu près inattaquable par l'acide chlorhydrique et laisse, en tout cas, un résidu argilo-sableux noir, bien différent de la poudre feldspathique blanche que fournit le trapp noir ou blanc.

Quant à la houille, même dans les parties où 1 centimètre à peine de roche schisteuse la sépare du trapp blanc, elle est tout à fait intacte et bitumineuse ; et cette circonstance est d'autant plus frappante, qu'ailleurs, où la roche éruptive se présente réellement sous forme de dyke, comme aux Ferrières, près de Commeny,

(1) Cette limite est figurée en pointillé sur le plan n° 4.

et dans la concession d'Armois (à Brassac), la houille est entièrement altérée dans le voisinage du trapp.

J'ai essayé au creuset un fragment de houille pris à 8 centimètres du trapp. Il m'a donné un coke gris, parfaitement fondu et agglutiné, avec une perte de 18 pour 100 de matières volatiles. Or, la houille normale du même district dégage au plus 25 à 26 pour 100 de matières volatiles, et cette proportion correspond à des fragments purs, tenant moins de cendres que celui dont j'ai fait l'essai. Il est, par suite, bien difficile d'admettre, soit d'après la nature de la houille, soit d'après le magma bitumineux noir qui a rempli les vides entre les prismes de trapp, que ce dernier soit une roche ignée à la façon des laves. Il a dû certainement couler à une température moins élevée; mais, avant d'aborder la question de la nature intime de la roche au moment de son éruption, voyons d'abord à quelle époque le trapp a paru.

S'est-il introduit après coup entre les bancs du terrain houiller, ou provient-il d'une coulée contemporaine?

Longtemps on a admis d'une façon générale, ainsi que je l'ai dit en commençant, que les nappes trappéennes étaient le résultat d'intercalations postérieures. De ce que sur certains points cette intercalation est évidente, on s'est peut-être trop hâté de conclure, par voie de généralisation, qu'il a dû en être partout ainsi. Rien, cependant, n'est moins logique. Rien ne prouve que ces éruptions trappéennes correspondent toutes à une période unique, et que les porphyres basiques, comme les porphyres siliceux, ne soient, au contraire, sortis du sein de la terre à des époques très-variées. A priori, cette dernière conclusion doit même paraître d'autant plus rationnelle que les choses se sont précisément ainsi passées, lors de l'apparition des basaltes proprement dits.

A Fourneaux on voit bien que le trapp a dû surgir postérieurement au dépôt des couches n° 7 et 6, mais est-il venu avant ou après la couche n° 5? S'est-il répandu en coulée ou nappe, au milieu même du marécage houiller, peu avant le développement de cette couche n° 5; ou y eut-il, sur ce point, pénétration postérieure? L'intercalation proprement dite n'est pas chose rare; j'en ai vu des exemples, et plusieurs géologues en ont cité: ainsi, tout récemment, M. Beete Jukes, dans sa description du bassin houiller du Sud-Staffordshire (1) et M. Delesse, au mont Scrabo, près de

(1) *Memoirs of the geol. Survey, The south Staffordshire coalfield*, by Beete Jukes; 2^e edit., 1859, p. 122.

Belfast, en Irlande, dans ses études sur le métamorphisme (1); mais ces injections sont toujours peu étendues, en général fort irrégulières, et surtout ne suivent jamais, comme de véritables nappes, sur un long espace, un même assise sédimentaire. Ce sont plutôt de simples veines, passant brusquement, sous forme de gradins, d'une assise à l'autre; et, lorsqu'elles sont plus puissantes, on les voit souvent escortées de brèches de frottement, comme l'a fait remarquer M. Elie de Beaumont, au dyke de Trockley, près de Newcastle, dont la moitié de l'épaisseur, sur 12 pieds de largeur, est formée de fragments de grès, de schistes et de boules de trapp (2).

Or, à Fourneaux, les choses se passent tout autrement. On a vu que le trapp forme une nappe continue de 1000 mètres de longueur sur plus de 200 mètres de largeur et dont l'épaisseur atteint, au puits Saint-Médard, au delà de 40 mètres. On a vu que cette nappe se maintient partout entre les couches n° 6 et 5 et que nulle part, ni au toit, ni au mur, on ne rencontre, en dehors des failles postérieures, des brèches ou des salbandes de frottement. Or, est-il possible d'admettre qu'une pareille masse, même supposée très-plastique, eût pu pénétrer horizontalement entre des assises, aussi friables que le sont les schistes argileux-houillers, sans les briser, sans en empâter des fragments et sans produire sur le pourtour de la nappe des brèches analogues à celles que l'on rencontre si souvent sur la lisière des cônes basaltiques? Et cette roche éruptive serait-elle restée, sur une aussi grande étendue, entre les mêmes bancs, lorsque ces bancs, au toit et au mur, se composent surtout d'argiles friables et de veines combustibles? Quant à moi, je ne puis le croire. Les faits semblent plutôt prouver que la roche éruptive a dû couler, pendant la période houillère même, et cela, peu après la formation de la couche n° 6, mais peu avant le dépôt du n° 5. On pourrait objecter, à la vérité, l'absence de tous galets de trapp, dans les poudingues houillers supérieurs; mais, d'abord, une coulée *unique* n'a pu donner qu'un nombre de galets, relativement très-restreint; ensuite, leur complète absence ne saurait être certifiée d'une façon absolue; on peut dire seulement que jusqu'à présent ils *paraissent* manquer. Enfin, les roches qui couvrent directement la nappe trappéenne se composent exclusivement, sur plusieurs mètres d'épaisseur, de schistes, de grès fins et de houille, c'est-à-dire de dépôts formés au sein d'une eau peu agitée, tandis

(1) *Ann. des mines*, 3^e sér., t. XII, p. 243.

(2) *Voyages métallurgiques*, 1^{re} édit., t. I, p. 67.

que les galets supposent des courants ou des vagues. Ainsi, le trapp n'a pu fournir qu'un dépôt vaseux, dont les éléments impalpables, intimement mêlés aux argiles noires du terrain houiller, ne peuvent plus aujourd'hui être reconnus.

A Brassac, nous trouverons des conditions bien différentes. La coulée trappéenne y est accompagnée de poudingues, tandis que les schistes fins manquent au voisinage; aussi voit-on des galets de trapp au milieu du poudingue.

A Brassac, il y eut donc agitation, lorsqu'à Ahun le calme a dû se rétablir, peu après l'éruption proprement dite.

Maintenant, quel était l'état de la roche au moment de son apparition?

Elle a dû couler, à la façon d'une pâte fluide, en progressant lentement, sur une surface de niveau, car elle n'a pas entamé le lit qu'elle couvre, et s'y trouve même soudée sans interposition d'aucune brèche, à part les points où l'on constate de véritables failles d'une époque postérieure. Mais cette pâte, on l'a déjà vu, n'a pu être ignée, à la façon des laves, puisque son action sur la houille et sur les argiles charbonneuses, situées au mur de la nappe, a été nulle. Mais si la roche a été fluide, sans être ignée, il faut alors attribuer l'état fluide à la présence de l'eau. Il en résulterait que l'eau et l'acide carbonique doivent être considérés comme des éléments *primordiaux* des trapps.

C'est précisément l'avis de M. Delesse, qui, dans ses études sur le métamorphisme, arrive à cette conclusion générale, que les roches trappéennes et même les basaltes ont dû être *hydratés* au moment de leur éruption (1). Ce seraient, en un mot, des roches *hydropyrogènes*, comme les granites et comme les porphyres siliceux (2), des roches dans lesquelles l'eau *surchauffée* aurait agi à la façon d'un énergique *dissolvant* ou d'un puissant *fondant*. Mais je reviendrai sur cette question à la fin de ma note.

Pour le moment, voyons si l'on peut retrouver la bouche de sortie du trapp éruptif. Est-elle placée dans le terrain houiller même? Jusqu'à présent, les travaux souterrains ne l'ont rencontrée nulle part; et pourtant on a exploité la septième couche sous la majeure partie de la nappe trappéenne visible au jour. Mais l'aval pendage du trapp, d'après ce que j'ai dit ci-dessus, demeure caché sous les assises plus élevées du bassin carbonifère. Or, dans cette

(1) *Ann. des mines*, 5^e sér., t. XII, p. 288.

(2) *Description géologique du département de la Loire*, p. 161, t. 429.

région, les couches inférieures n'ont encore été explorées qu'au puits Saint-Augustin, et cela sur une étendue très-faible. Jusqu'à présent donc, on ne connaît, dans le terrain houiller d'Ahun, aucun dyke proprement dit de trapp.

Par contre, un pareil filon se voit, je l'ai déjà dit, dans le granite des bords du ruisseau de Gône, et on peut le suivre jusque sur la lisière même du bassin houiller (fig. 1). Là il est coupé par la grande faille-limite, et, au delà, son prolongement souterrain, au travers des assises houillères inférieures, demeure douteux, et en tous cas, invisible à la surface du sol. Mais, si l'on considère que le dyke du ruisseau de Gône aboutit précisément au point de la nappe où sa puissance est maximum, tandis que de ce point elle va se réduisant, d'épaisseur et de largeur, dans son prolongement nord, on est amené à penser que le trapp doit provenir de la fente en question et a dû se répandre, de là, dans le marécage houiller, peu après le dépôt de la couche n° 6. A la suite de cette éruption, qui semble avoir eu lieu sans trouble majeur, la sédimentation houillère a repris son cours; des argiles fines ont couvert la coulée, puis la cinquième couche s'est développée par-dessus. Ainsi, en résumé, le trapp s'est fait jour, sur le bord du bassin d'Ahun, pendant la durée de la sédimentation houillère; une forte coulée s'est répandue dans le bassin même et ce trapp semble avoir été rendu fluide, moins par fusion ignée que sous l'influence d'une eau fortement surchauffée.

Passons maintenant à quelques autres points du plateau central. Les faits que je viens de signaler ne caractérisent pas exclusivement les environs d'Ahun. Les mêmes roches, et dans des conditions analogues, se rencontrent également dans la plupart des autres bassins houillers du centre de la France.

Dès 1818, Puvion et Berthier ont cité, dans l'Allier, la roche noire de Noyant et les roches analogues de Doyet et de Figeac.

La première fut même mentionnée par Duhamel, dès 1793, sous le nom de *trapp*, tandis que Lelièvre l'assimile aux *Wackes*, et que Puvion la rapproche des *Cornéennes*. En réalité, c'est une roche tout à fait identique avec celle d'Ahun, mais offrant, en effet, comme cette dernière, diverses variétés qui la rapprochent, tour à tour, des trapps, des wackes et des cornéennes. La description qu'en donne Puvion est très-exacte, si ce n'est qu'il a cru y voir de l'amphibole, tandis qu'en réalité, comme dans la roche de Figeac, les cristaux noirs sont du pyroxène, ainsi que l'ont reconnu depuis longtemps Dufrénoy et Boulanger.

A Noyant, comme à Ahun, on peut distinguer deux roches

principales, l'une vert noirâtre, assez dure, l'autre jaunâtre et tendre, servant de support à la première; toutes deux exhalent sous l'haleine une forte odeur argileuse.

J'ai trouvé pour la densité de la première 2,68

Pour celle de la seconde 2,51

La roche noire perd, par la calcination, en eau et acide carbonique 2,7 pour 100

La roche jaune 6 pour 100

Dans les deux cas, la roche calcinée est rouge, et l'action de l'acide chlorhydrique prouve que la masse contient, outre le silicate ferrugineux, du carbonate de fer. Le résidu insoluble est blanc feldspathique comme à Ahun, et Dufrénoy assure que les petits cristaux blancs semblent être du *labrador* (1).

Quant au mode de gisement, tout le monde est d'accord. La roche est parallèle aux couches du terrain houiller. Dufrénoy dit en propres termes : « Cette roche forme deux couches qui alternent » avec le schiste et le grès houiller; on la rencontre particulière- » ment à la partie inférieure du terrain. Elle se montre avec la » même apparence de régularité dans toute la longueur du bassin » de la Queune. »

Boulangier, de son côté, estime que ce parallélisme peut être observé sur plus de 4 kilomètres; et pourtant les deux géologues admettent une intercalation postérieure, conformément à l'opinion si générale de cette époque (1840 à 1845). D'autre part, Puvion et Berthier avaient déjà discuté la même question, dès 1818. Frappés de la concordance de ces masses avec les assises du terrain, ils ne peuvent croire à une intercalation volcanique; ou plutôt Berthier arrive à cette conclusion bien remarquable pour l'époque en question, que : « s'il était prouvé que les roches de » Figeac et de Noyant fussent d'origine volcanique, il en résul- » terait qu'il y a eu des volcans antérieurement à la formation des » houilles, fait, qu'il serait d'autant plus important de constater, » qu'il est contraire à toutes les observations que l'on a recueillies » jusqu'à ce jour » (2). Ainsi, dès 1818, Berthier est, en quelque sorte, amené, malgré lui, par ses observations, à l'hypothèse de roches éruptives contemporaines des dépôts houillers. Je dois ajouter que, pour Berthier, comme pour Dufrénoy, les roches de Figeac (Lot) et celles de Decazeville (Aveyron) correspondent exactement à la roche de Noyant, soit sous le rapport de leur na-

(1) *Explication de la carte géologique*, t. I, p. 633.

(2) *Ann. des mines*, 4^{re} sér., t. III, p. 569.

ture, soit sous celui de leur mode de gisement. Seulement on voit aussi, dans l'Aveyron, à côté de nappes parallèles à la stratification, d'autres masses qui coupent les assises houillères sous forme de dykes.

Ce double mode de gisement, visible à chaque pas dans les régions basaltiques, prouve, à n'en pas douter, que les éruptions trappéennes se sont renouvelées à divers intervalles, durant la longue période houillère. C'est ce que l'on peut bien constater à Doyet et à Commentry, dans le département de l'Allier.

Dans ce district, les roches trappéennes apparaissent sur de nombreux points. Elles y sont désignées, comme on sait, d'après Cordier, sous le nom de *dioritines* ; mais, en réalité, ce sont des roches pareilles aux précédentes, contenant du pyroxène plutôt que de l'amphibole. Mais, ici, il faut bien l'avouer, les petits cristaux noirs sont encore plus difficiles à discerner qu'à Fourneaux, dans la Creuse. On y trouve, au reste, comme à Noyant, à Ahun, et dans le Staffordshire, les deux variétés sombres et claires ; aux Ferrières et à Serclier, au nord-ouest de Commentry, surtout la roche foncée verdâtre ; à Doyet, plutôt la variété blanche ou jaunâtre qui se rapproche des argilophyres ou eurites terreuses. Dans les deux roches le mica brun-noir brillant, en tables hexagonales, est abondant. En général aussi, la texture est plus lâche, plus poreuse qu'à Ahun ; la densité et la dureté sont moindres ; la roche se rapproche plutôt des wackes que des trapps durs, et passe même à l'amygdaloïde, comme à Serclier.

J'ai trouvé 2,58 pour la densité de la roche vert-foncé tendre des Ferrières ; 2,39 et 2,42 pour celles des roches blanches et jaunes du Grand-Domaine à Doyet.

Je n'ai vu nulle part la structure prismatique ; on observe plutôt la forme tabulaire avec une certaine tendance vers l'altération sphéroïdale.

La couleur verte paraît, ici encore, due à du carbonate de fer. La roche vert foncé des Ferrières est presque instantanément blanchie par l'acide chlorhydrique chaud, avec dégagement d'acide carbonique ; et la roche jaune ou blonde de Doyet laisse également un résidu blanc, tandis que, dans les deux cas, la roche devient rouge plus ou moins foncé sous l'action de la chaleur. La perte, due à la calcination faible, est, pour la roche jaune du Grand-Domaine de 3,5 p. 100, et, pour la roche verte des Ferrières, de 3 p. 100.

On observe, ai-je dit, aux environs de Commentry, un double mode de gisement. Boulanger a constaté auprès de Doyet plu-

sieurs filons de dioritine, en général peu épais, au milieu du granite porphyroïde (1); et à côté de ces points, dans le bassin houiller de Doyet et de Bézenet, on rencontre la même roche en coulées parallèles aux strates. Ainsi aux Chauvais (2), à 40 ou 50 mètres du mur de la grande couche de Bézenet, on voit une nappe de la roche en question, épaisse d'une vingtaine de mètres, et plongeant comme les assises entre lesquelles elle se trouve; seulement on ne peut la suivre en direction sur une grande étendue, à cause de la faille qui a relevé le terrain houiller avec le granite.

A Doyet, la roche éruptive occupe, relativement à la grande couche, une position identique, et il serait possible que ce fût le prolongement de la coulée des Chauvais.

Lorsqu'on descend du bourg de Doyet vers le ruisseau de la Souche, en suivant la route impériale de Montluçon à Moulins, on rencontre vers le bas de la rampe, au lieu dit la Côte-Mine, l'affleurement d'une faible couche de houille, plongeant au nord, et immédiatement au-dessous, avec une plongée parallèle, le trapp blanc éruptif (figure 6). A 600 mètres au nord, au sommet du plateau, sous la ferme du Grand-Domaine, on voit reparaître, avec une plongée inverse, une roche d'apparence identique, puis, au-dessous, deux veines inférieures, dites couche des Flamands et couche du Mur, exploitées régulièrement sous la nappe en question. La grande couche supérieure paraît s'amincir ou disparaître dans cette direction, mais semble pourtant correspondre à l'affleurement de Côte-Mine, comme le suppose le prolongement pointillé de la figure 6. En tous cas, que les deux masses opposées soient une seule et même coulée ou deux nappes parallèles d'époques différentes, il n'en demeure pas moins établi que, sur les deux points, la nappe éruptive est parallèle aux strates du terrain, et n'a altéré ni les roches du toit, ni celles du mur. Pas plus ici qu'à Noyant et à Ahun, on ne voit la moindre trace d'un conglomérat éruptif qui certainement ne serait pas défaut s'il y avait eu, sur une certaine étendue, intercalation horizontale.

A Commeny même on voit aussi le parallélisme de la roche éruptive, ainsi que l'a constaté Boulanger auprès de Champ-

(1) *Statistique géologique de l'Allier*, p. 86.

(2) Boulanger attribue à tort à l'apparition de la dioritine le redressement de la couche de Bézenet. Cette roche n'a jamais rien produit de pareil. Le redressement est dû au soulèvement général du sous-sol granitique, comme dans la Creuse.

Fromenteau, et sur la rive gauche du ruisseau de Colombier (page 88). Je cite textuellement : « La dioritine forme des » couches intercalées peu épaisses qui semblent avoir la même » stratification que les couches du terrain houiller. » Et plus loin : « La dioritine forme plusieurs couches qui alternent avec » des schistes et dont quelques-unes sont considérables. »

D'autre part, en suivant la route neuve de Ganat, qui descend de Commentry-ville vers le village du Vieux-Commentry, j'ai vu, il y a deux ans, la roche éruptive dans les tranchées fraîches de la route, sous forme de dyke vertical, d'environ un mètre, au milieu des grès houillers inférieurs, avec un conglomérat de frottement au contact. Et M. Sitaire, l'ingénieur de la mine des Ferrières, a observé, il y a quelques années, un dyke identique dans l'exploitation à ciel ouvert de Commentry, au milieu de la houille même. Celle-ci était fortement altérée au contact et divisée en fragments prismatiques.

Aux Ferrières, l'injection postérieure de la roche micacée verte est surtout bien visible. La figure 7 représente la disposition de la masse à l'échelle de $\frac{1}{8000}$. Elle forme à la surface du sol une légère proéminence sur laquelle est bâti le château des Ferrières. C'est plutôt un culot, à contour elliptique de 20 à 25 mètres sur 80 mètres, qu'un filon allongé proprement dit. Le grand axe de la masse court du S. E. au N. O. et coupe transversalement l'affleurement de la grande couche. A divers niveaux les galeries de mine ont contourné horizontalement la masse éruptive, afin de passer de l'une des moitiés de la couche de houille à l'autre. La masse éruptive incline dans son ensemble vers le nord-est, et atteint le point P au niveau inférieur de la mine ; c'est un talus de 60 à 70 mètres sur une profondeur totale de 140 mètres. La houille est franchement coupée par la roche verte. Grâce à l'obligeance du directeur de la mine, je possède de gros fragments de charbon provenant de la surface même de contact. La houille, qui est grasse, brillante, légère, tenant dans son état normal jusqu'à 40 p. 100 de matières volatiles, est devenue terne, dense, anthraciteuse, jusqu'à la distance de 0^m,40 à 0^m,50 (1). La densité de la houille est de 1,28 à 1,30, tandis que j'ai trouvé

(1) Boulanger se trompe lorsqu'il assure (p. 87) que la houille ne paraît pas avoir été altérée. A l'époque où il rédigea sa statistique, les travaux des Ferrières étaient peu développés, et il n'a sans doute pas observé les parties de la couche placées au contact immédiat de la roche éruptive.

pour celle du combustible altéré 1,71 et pour l'antracite normale de la mine voisine du Marais, 1,41.

La houille altérée brûle aussi plus difficilement que l'antracite proprement dite, et laisse une proportion plus élevée de cendres ferrugineuses, fait entièrement conforme à ceux cités par M. Delesse dans ses études sur le métamorphisme local ; il vient à l'appui de son hypothèse, que les roches trappéennes ont dû agir, autant ou plus même, par l'eau chaude à haute pression qui s'en échappait, que par leur simple chaleur propre.

A 2500 mètres à l'ouest des Ferrières, au pied du village de Serclier, on voit enfin sur la lisière même du terrain houiller et sur plus de 500 mètres de longueur, partie dans les grès, partie dans le granite, un gros dyke de wacke brune amygdaloïde, fortement micacée, qui fait encore partie du même groupe de roches, et dans lequel Boulanger lui-même cite du pyroxène (page 93). Il a retrouvé, d'ailleurs, des fragments de ladite roche, en blocs roulés, à la base du trias voisin, et en conclut que tous ces dykes ont dû venir au jour avant la période triasique. Ils sont, en effet, antérieurs au trias, mais ce qui précède montre, de plus, que les éruptions trappéennes du département de l'Allier appartiennent, comme celles du département de la Creuse, du Lot et de l'Aveyron, au moins en partie, à la période carbonifère, et ont produit là aussi de véritables coulées au sein des marécages houillers.

Les mêmes faits sont encore plus frappants dans le bassin houiller de Brassac (Puy-de-Dôme), où s'y présentent du moins sur une plus vaste échelle.

Ils ont été signalés depuis longtemps par MM. Dufrénoy et Baudoïn (1).

La roche porphyrique s'y montre sous deux formes : en *dyke* ou *flon*, dans la partie supérieure du dépôt houiller, et en *couche* ou *nappe*, dans le système inférieur.

Les filons, d'un mètre de puissance, se voient dans la concession d'Armois, non loin du chemin qui va du Gros-Ménil à la Combelle. M. Dufrénoy assimile la roche « aux dykes de trapp vert-foncé des environs de Newcastle. » Comme aux Ferrières, elle a modifié la houille qu'elle traverse.

La *roche en couche* se présente en masses beaucoup plus importantes. L'ensemble de la nappe, avec ses tufs et ses grès trappéens

(1) *Explication de la carte géologique*, t. I, p. 648, et *Description du bassin houiller de Brassac*, p. 90.

aurait, selon M. Baudin, près d'une centaine de mètres de puissance, et constitue une série d'assises que l'on peut suivre sur plus de 6 kilomètres, parallèlement aux couches de houille. La roche éruptive est plus cristalline, plus dense et moins terreuse que celle de Fourneaux; c'est une pâte feldspathique compacte, d'une nuance grise, passant au vert ou au jaune. Elle est beaucoup plus claire que celle qui se montre en filons dans la concession d'Armois. On y voit de très-petites paillettes de mica noir et, çà et là, quelques rares grains de quartz, mais nulle trace apparente de pyroxène.

J'ai trouvé 2,93 pour sa densité; elle égale presque celle du basalte; et pourtant la roche n'agit pas sur le barreau aimanté comme ce dernier, et ne paraît renfermer ni fer oxydulé, ni fer titané. Sa densité élevée doit provenir du carbonate de fer qui semble ici surtout un élément constitutif de la roche. La perte par calcination faible est de 5,2 p. 100, et pourtant, au tube de de verre, on obtient peu d'eau. Mais lorsqu'on calcine à l'abri de l'air, la matière passe au gris-bleu et s'attache en partie au barreau aimanté, tandis que, chauffée au contact de l'air, elle devient rose. Enfin, sous l'action de l'acide chlorhydrique chaud, il se produit une effervescence vive et longue qui ne peut provenir que du carbonate de fer, puisque l'acide acétique demeure sans action sur la roche.

La roche éruptive passe, selon M. Baudin, à un grès porphyrique ou semi-trappéen, nettement stratifié, caractérisé par des empreintes houillères, et le grès lui-même à un conglomérat à gros blocs de granite, ayant pour pâte ces mêmes éléments semi-trappéens. Ailleurs encore, le grès devient zoné ou schisteux comme la pierre *carrée* de la basse Loire. Ainsi, on retrouve ici, outre la nappe éruptive proprement dite, tous les tufs et produits sédimentaires qui accompagnent si généralement les coulées basaltiques sous-marines.

Les empreintes de tiges et la stratification prouvent, à n'en pas douter, qu'il s'agit ici d'un dépôt au sein des eaux, et non de débris de frottement; il n'y a donc pas *intercalation* postérieure, comme le suppose Dufrenoy, mais bien coulée *contemporaine*. Et, en effet, M. Baudin dit avec raison (p. 91): « Dans l'hypothèse » de la postériorité, il paraît bien difficile de concevoir l'inter- » calation de la roche ignée, sur une si grande étendue, sans va- » riation de puissance notable, sans bouleversement ni fracture » des roches sédimentaires, et sans empâtement de leurs débris

» par la roche ignée, circonstances dont aucune ne se trouve ré-
 » lisée dans notre assise porphyrique. »

En résumé, dans le bassin de Brassac, comme à Commentry, on constate deux éruptions différentes ; la première a fourni une puissante coulée pendant le dépôt même du système houiller inférieur ; la seconde a produit des dykes qui coupent les assises les plus élevées du dépôt houiller. Celle-ci, par suite, aurait plutôt succédé à la période carbonifère, ou en marquerait peut-être la clôture ?

Citons, comme dernier exemple du plateau central, le département de la Loire. J'ai signalé ces roches dans le grès anthraxifère (*millstone grit*) de Bully, la Madeleine et Combres, dans le Roannais, et à la base du terrain houiller de Rive-de-Gier (1). C'est sur ce dernier point surtout, entre Rive-de-Gier et Givors, que le trapp peut être observé. J'en ai fait une étude spéciale en 1857 à l'occasion des travaux d'exploitation que l'on ouvrait alors dans les deux concessions de Givors et de la Forestière (2).

La bande houillère qui s'étend depuis Rive-de-Gier jusqu'au Rhône, le long de la rive gauche du Gier, est partout fort étroite et singulièrement disloqué par des failles ; aussi ne peut-on nulle part suivre au loin, comme à Brassac, Ahun ou Noyant, une même nappe continue de trapp. Néanmoins, il est facile de voir que là aussi quelques-uns des pointements coupent franchement les assises du terrain, tandis que d'autres leur sont parallèles. Un véritable dyke nettement caractérisé de 1 à 2 mètres de puissance, traverse le grès non loin du chemin qui monte du pont du Canal, en face de la Madeleine, vers la grande route de Lyon. C'est une wacke brune caverneuse.

Au nord-est du château de Manévieux et entre Fontanas et la Forestière, j'ai vu six ou sept lambeaux de trapp vert ou brun, qui ressemble entièrement à celui d'Ahun, sauf certaines parties qui passent à l'amygdaloïde et dont les cellules sont tapissées de terre verte, de quartz, de baryte sulfatée, etc. Quelques-uns de ces lambeaux sont parallèles aux strates et placés à une faible distance au-dessus de la couche de houille la plus basse du terrain. Ils semblent faire partie d'une seule et même coulée, aujourd'hui

(1) *Description géologique du départ. de la Loire*, p. 441.

(2) *Rapport sur l'avenir de la concession de Givors*, janv. 1858 ; Lyon, chez Lepagnez.

disloquée par les mouvements du sol qui ont fracturé la zone houillère elle-même (1). Mais la masse la plus importante a été rencontrée par des travaux de mine, sous le plateau du Mont-Rond, à 3 kilomètres au nord-ouest de Givors.

On a creusé sur ce point, pour explorer les parties basses du terrain houiller, un grand puits (dit de Saint-Etienne), à peu de distance de la ferme de la Forestière et à 400 mètres du terrain ancien. Jusqu'à la profondeur de 135 à 140 mètres, il a recoupé des alternances de grès, gris ou noirs, plus ou moins schisteux, puis un massif de grès blanc et dur d'une vingtaine de mètres, le tout en bancs fort peu inclinés. Au-dessous vient un peu de schiste noir avec une veinule de charbon de 15 centimètres, puis le trapp vert-noir compacte que l'on a poursuivi jusqu'à la profondeur de 165 mètres sans apparence de changement, si ce n'est que le haut de la masse est plus terreux que le bas.

La surface de séparation entre le schiste et le trapp est également peu inclinée et ne ressemble, sous aucun rapport, à la paroi d'un dyke. Il n'y a pas trace de brèche de frottement, rien qui dénote une intercalation violente. La même nappe semble se prolonger, de l'ouest à l'est, sur plus de 2 kilomètres; car on la retrouve, dans la même situation, au pied oriental du Mont-Rond, à 1 kilomètre ouest de Givors, et là aussi à 3 ou 400 mètres de la limite nord de la zone houillère. Le trapp y perce au jour, mais se voit mieux encore dans une galerie de recherche à travers banc, qui fut ouverte au pied du coteau. Le trapp des deux localités est tout à fait semblable à celui de Fourneaux.

J'ai trouvé pour la densité de la roche verte du puits Saint-Etienne 2,62
 Et pour celle de la roche de la galerie de Givors 2,60
 La première a perdu par la calcination. 4 pour 100
 La seconde 2,5 pour 100

Dans les deux cas, la matière calcinée est rose.

Dans la galerie de Givors, les bancs du terrain inclinent vers le sud-sud-est et la galerie les traverse du toit au mur, en descendant légèrement à partir du jour. J'ai visité la galerie, lorsqu'elle eut atteint le trapp vert. Depuis lors, elle fut poussée au delà, et

(1) En montant du Château de Manévieux vers la Forestière, on suit une forte faille N. E.-S. O. qui a ramené au jour le terrain ancien; aussi voit-on sur plusieurs points, le long de cette ligne, des conglomérats de frottement, renfermant pêle-mêle des fragments de grès; de micaschiste et de trapp.

je dois à M. l'ingénieur Brochin, qui dirigeait les travaux, la coupe entière de la traverse.

On a trouvé, en partant du jour :

Grès blanc à grains grossiers.	32 ^m ,00	} Mesurés suivant l'axe de la galerie.
Grès fin blanc très-quartzifère	16 ^m ,00	
Schiste charbonneux et veine de houille.	0 ^m ,50	
Trapp argilo-terreux verdâtre	3 ^m ,00	
Trapp dur et compacte. . .	33 ^m ,00	
Trapp terreux	2 ^m ,50	} Ce trapp tendre perd 5,7 0/0 par la calcination, et blanchit très-vite sous l'action de l'acide.
Grès houiller ordinaire. . .	33 ^m ,00	
Longueur de la galerie. . .	<u>120^m,00</u>	

La puissance réelle du trapp est d'environ 20 à 25 mètres.

La roche éruptive n'est pas accompagnée de brèches de frottement et la veinule de houille, qui est à son toit, n'est pas transformée en anthracite. L'intercalation horizontale semble donc également difficile à admettre. Il est plutôt probable qu'il y eut, dans ces contrées aussi, une éruption trappéenne à l'époque même de la sédimentation carbonifère. En tous cas, il est certainement remarquable de voir que, dans le département de la Loire, comme à Brassac, Noyant et Ahun, la nappe appartient à la partie la plus inférieure du dépôt houiller, en sorte que les quatre éruptions pourraient bien être contemporaines et marquer, en France, dès cette époque reculée, à la surface du plateau central, une période d'activité plutonique *basique*, assez énergique, quoique de courte durée (1). Plus tard, au moins à Brassac et à Commentry, on

(1) M. Leseure, ingénieur des mines à Rive-de-Gier, suppose que la roche verte de Givors est contemporaine de l'amphibolite voisine de Saint-Martin-la-Plaine, ou que celle-ci pourrait provenir d'une action métamorphique exercée de la part de la roche verte sur le micaschiste voisin (*Bull. de Saint-Étienne*, t. V, p. 482). Mais, d'après ce qui précède, il serait difficile d'admettre une action métamorphique quelconque; et, si l'on se reporte à ce [que j'ai dit ailleurs de l'amphibolite de Saint-Martin-la-Plaine, on croira difficilement à l'identité de deux roches aussi différentes. (*Descript. géol. du départ. de la Loire*, p. 190.)

observe une seconde éruption qui injecte des dykes, jusque dans les assises les plus élevées du dépôt houiller; ces dykes semblent donc plutôt correspondre aux mélaphyres du bassin de Sarrebrück qui ont paru principalement, comme on sait, à l'origine de la période permienne. D'autre part, M. Beete-Jukes vient de constater, dans ses études sur le bassin du Sud-Staffordshire, que les trapps de cette contrée (les *green-rock* et *white-rock-trapp* des mineurs) sont contemporains des parties supérieures du terrain houiller et, en tout cas, plus anciens que les dépôts permien (1). En Écosse enfin, la plupart des éruptions paraissent même contemporaines du calcaire carbonifère.

Revenons maintenant à la question de l'état du trapp au moment de son éruption.

La roche était plastique et même fluide, cela ne fait pas l'ombre d'un doute; mais elle ne semble pas avoir été *ignée* à la façon des laves. Il faut donc que d'autres agents l'aient rendue fluide, et l'on ne voit, parmi les substances présentes, que l'eau et peut-être certains carbonates.

Les divers trapps, dont j'ai parlé, renferment tous de l'eau et du carbonate de fer, et ce fait paraît très-général d'après M. Delesse. Ce savant géologue a de plus constaté que bien souvent les terrains traversés par les trapps ont été imprégnés, le long des surfaces de contact, de carbonate de fer, ou de carbonates multiples de fer, de magnésie, etc., ce qui semblerait bien militer en faveur de l'hypothèse que la roche trappéenne contenait des carbonates au moment de son éruption.

D'après les essais cités, les trapps *blancs* abondent particulièrement en eau et en acide carbonique, et le contraste est surtout frappant lorsqu'on compare les analyses du *green-rock* et du *white-rock* du Sud-Staffordshire que cite M. Beete-Jukes, d'après M. Henry de Londres (2).

Ce chimiste a trouvé :

	Dans le <i>green-rock</i> .	Dans le <i>white-rock</i> .
Silice	49,86	38,83
Alumine	12,75	13,25
Peroxyde de fer . . .	3,36	4,33
Protoxyde de fer . . .	44,38	43,83
<i>A reporter</i>	77,35	70,24

(1) *The South-Staffordshire coalfield*, par Beete-Jukes, 2^e édit., p. 134.

(2) *The South-Staffordshire coalfield*, p. 118.

	Dans le green-rock.	Dans le white-rock.
<i>Report</i>	77,35	70,24
Chaux.	8,74	3,92
Magnésie.	4,39	4,48
Soude	5,25	0,97
Potasse.	0,57	0,42
Acide titanique.	4,33	provenant de fer titané.
Acide phosphorique.	0,58	acide carbonique. 9,32
Eau	2,56	44,04
	400,74	400,06

Eh bien, l'eau et l'acide carbonique proviennent-ils d'une altération postérieure, ou se trouvaient-ils déjà dans la roche au moment de son éruption, ainsi que l'admet M. Delesse? M. Beete-Jukes se prononce pour la première hypothèse, mais en se fondant précisément sur l'origine ignée de la roche et en faisant ressortir l'impossibilité de l'existence d'hydrates et de carbonates au milieu de silicates en fusion ignée. Mais si, précisément, il n'y a pas eu fusion ignée, cette preuve n'en est pas une évidemment.

M. Bischoff de Bonn, dans sa géologie chimique, admet également que l'eau et l'acide carbonique sont d'origine plus récente. Il suppose que les eaux pluviales, chargées d'acide carbonique, ont décomposé les silicates et formé, à leurs dépens, des carbonates et de la silice libre. On sait, en effet, que les silicates ferrugineux peuvent être décomposés de deux manières différentes. Lorsque la décomposition se fait au contact de l'air, on sait, d'après les travaux d'Ebelmen, que les alkalis, les terres alcalines et une partie de la silice sont seuls enlevés, tandis que le protoxyde de fer se transforme en hydrate de peroxyde. C'est l'altération ordinaire que j'ai partout signalée à la surface du sol; la roche passe du gris bleuâtre au vert-olive, puis au brun ocreux. Mais, lorsque l'eau et l'acide carbonique circulent au travers des fissures de la roche, sous une pression un peu forte, et surtout lorsque l'eau tient en suspension des matières végétales, ainsi que cela a pu arriver sous un marécage houiller, alors le fer du silicate est également transformé en carbonate. Le trapp blanc, qui est si souvent placé à la base du trapp vert, pourrait donc bien être le produit d'une métamorphose pareille.

Examinons cependant :

Si la silice a été enlevée, on doit en retrouver les traces. Dans la petite carrière de Fourneaux, près du puits Saint Charles, où le trapp est plus ou moins altéré, à partir des joints des colonnes prismatiques, j'ai mentionné, en effet, entre les prismes, de la

silice blanche durcie en calcédoine. Ici, l'altération est évidente.

On sait aussi que, dans les basaltes et dans les laves, les zéolithes paraissent, en général, être des produits de décomposition.

Mais, si le trapp blanc a perdu sa silice, qu'est-elle devenue ? M. Beete-Jukes cite de longues veines de trapp blanc, au milieu de la grande couche de houille (couche de 9 mètres) du Staffordshire, et il dit que le charbon a été « *blackened* » au contact jusqu'à la distance de 15 à 30 centimètres, c'est-à-dire, plutôt surchargée de cendres ferrugineuses, que carbonisée, mais non sillonnée de veinules siliceuses. C'est le phénomène d'imprégnation si souvent observé par M. Delesse. Mais on sait précisément que les couches de houille sont très-peu perméables à l'eau; en sorte que même ce carbonate de fer, qui a passé de la roche éruptive dans la houille, ne saurait provenir d'une action postérieure, ou alors la silice devrait se montrer avec le carbonate de fer.

A Fourneaux, la roche blanche repose directement sur la houille, ou sur le schiste éminemment charbonneux du toit de la couche. Ici, non plus, pas la moindre trace de veinules siliceuses dans le voisinage. Bien plus, le magma noir, qui remplit les fissures de retrait du trapp blanc, renferme uniquement des paillettes pyriteuses et quelques minces pellicules de calcaire spathique. Ce sont là les seuls produits d'infiltration postérieure. Or, il me semble bien difficile qu'une décomposition aussi intégrale de la roche siliceuse eût pu avoir lieu, sans laisser quelques traces de la silice éliminée, soit dans les veinules noires qui ont pénétré dans l'intervalle des prismes, soit dans les bancs sur lesquels repose le trapp. Ensuite, pour qu'une roche soit ainsi modifiée dans son ensemble, il faut de deux choses l'une : ou qu'elle soit très-poreuse et perméable à l'eau, ou qu'elle se soit trouvée enfouie à une très-grande profondeur et exposée longtemps à une très-haute pression. Or, aucun de ces deux cas ne s'est trouvé réalisé, ni dans la Creuse, ni dans la Loire. Le trapp est très-compacte et l'altération, on l'a vu dans la carrière du puits Saint-Charles, n'a pas pénétré au delà de 1 ou 2 centimètres, à partir des plans de joint des prismes. Puis les bassins houillers dont je viens de parler n'ont jamais été recouverts par aucune autre formation; leur émerision dut avoir lieu avant la fin de la période houillère elle-même, et pendant la formation des couches combustibles le bassin était un marécage et non une profonde mer.

En résumé donc, il me semble plutôt probable que la roche devait contenir les carbonates et l'eau, dès l'époque de son arri-

vée au jour ; et, alors, on conçoit qu'elle ait pu être fluide, sans avoir subi la fusion ignée. La liquéfaction a dû être principalement opérée par l'eau surchauffée. Mais, en approchant de la surface du sol, cette eau a dû s'échapper en partie, en sorte que les lits inférieurs des coulées ont seuls pu retenir une proportion élevée d'eau et d'acide carbonique.

Cette circonstance expliquerait la position relative du trapp blanc. Au reste, il se pourrait aussi que le trapp blanc contînt, même avant son éruption, une proportion plus élevée d'eau, en sorte qu'il dût, à cause de sa légèreté relative, occuper les parties hautes du magma fluide et arriver ainsi le premier au jour, ce qui s'accorderait également avec sa position actuelle, à la base des coulées.

M. Hébert fait remarquer l'analogie frappante que présentent ces roches, sous le rapport de la composition (pyroxène et labrador) et même de la couleur, avec certaines variétés de mélaphyres du Palatinat (Birkenfeld, Oberstein). Ces derniers, en effet, sont bien éruptifs et non métamorphiques, comme l'a dit M. Fournet. Mais leur température ne devait pas être élevée, puisqu'ils n'ont pas altéré sensiblement les parois des roches à travers lesquelles ils ont passé. La détermination exacte de leur âge, faite par M. Gruner dans le plateau central de la France, classe ces roches dans l'époque de la houille. Dans le Palatinat les mélaphyres ont traversé la houille et cimenté les premiers conglomérats du grès rouge. L'époque d'éruption serait donc à peu près la même.

M. Jacquot dit que les mélaphyres de Sarrebruck sont venus au jour à l'état incandescent. En effet ils ont empâté des fragments de roches qui offrent les caractères d'une véritable cuisson, mais qui ont conservé, néanmoins, leur stratification. Elles ont altéré le terrain houiller d'une manière très-notable.

M. Hébert fait observer que la région dont il a parlé n'est pas la même que celle dont M. Jacquot fait mention.

M. Gruner rappelle, en réponse à l'observation de M. Jacquot, que M. Delesse n'admet pas la fusion ignée des mélaphyres du Palatinat.

Séance du 4 décembre 1865.

PRÉSIDENTE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite cinq présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. A. Damour, *Sur la composition des haches en pierre trouvées dans les monuments celtiques et chez les tribus sauvages* (extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, séances des 21 et 28 août, 1865), in-8, 21 p.

De la part de M. Gosselet, *Constitution géologique du Cambresis*, in-8, 110 p., 1 pl.. Cambrai, 1865 ; chez L. Carion.

De la part de M. Ed. Hébert :

1° *Sur la craie glauconieuse du nord-ouest du bassin de Paris*, in-4, 4 p., Paris, 4 mars 1865 ; chez Gauthier-Villars.

2° *Sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale et des Alpes*, in-4, 4 p., Paris, 7 août 1865 ; chez Gauthier-Villars.

De la part de M. Jacquot, *Sur le gisement des sources minérales du département du Gers et sur les relations qui les rattachent au système des Pyrénées*, in-4, 4 p., Paris, 8 mai 1865 ; chez Gauthier-Villars.

De la part de M. Eugène Robert, *Nouvelles recherches sur les Celtes avec le plan du Barrow découvert à Meudon en juillet 1845*, in-8, 16 p., Paris, 1865 ; chez Étienne Giraud.

Comptes rendus hebdl. des séances de l'Acad. des sciences, 1865, 2° sem., t. LXI, n°s 21 et 22.

Bulletin de la Société de géographie, in-8, octobre 1865.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XIII, 1865, 2° part., *Bull. des séances*, f. 7-14, in-8.

Bulletin des séances de la Société impér. et centrale d'agriculture de France, août 1865 ; in-8.

L'Institut, n°s 1664 et 1665, 1865 ; in-4.

Réforme agricole, novembre 1865; in-4.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., octobre 1865, in-8.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, t. VII, 1^{er} cahier, 1865, in-8.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, février, mars et avril 1865; in-8.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Léonard et H. B. Geinitz, 1865, 6^e cahier; in-8.

The Athenæum, in-4, n^{os} 1987 et 1988; 1865.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, juin 1865; in-8.

Revista minera, n^o 372, 1^{er} décembre, 1865; in-8.

Atti della Società Italiana di scienze naturali, vol. VI, fasc. 35 et 36; vol VII, 1864; in-8.

Bullettino trimestrale del Club Alpino di Torino, n^o 2, 1865; in-4.

The American Journal of science and arts, by Silliman, novembre 1865; in-8.

The Canadian Journal of industry, etc., sept. 1865; in-8.

M. Hébert offre à la Société un extrait publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (1) (7 août 1865), d'un travail sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale, travail au sujet duquel il fait la communication suivante :

Note sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale et des Alpes, et sur l'oligocène d'Allemagne; par M. Ed. Hébert.

M. le marquis L. Pareto, dont la science déplore la perte récente, a publié, dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (2), un mémoire *Sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional*.

Il classe dans le terrain éocène :

1^o Les calcaires nummulitiques de Nice et des Alpes, recouverts par la grande masse des macignos et du flysch, et il donne à ce groupe le nom d'étage nicéen.

(1) T. LXXI, p. 245.

(2) T. XXII, p. 240, 1865.

2° Il appelle *étage ligurien* la puissante assise de grès macignos, où se présentent quelques alternances de calcaires et de schistes argileux.

3° Enfin, la partie supérieure de ce dernier système où domine le calcaire, mais où il n'existe guère d'autres fossiles que ceux qu'on rencontre dans l'*étage ligurien*, c'est-à-dire des *Chondrites* (*C. Targionii*, *C. intricatus*, etc.), des *Némertites*, constitue son *étage modénais*, qu'il désignait auparavant sous le nom de *calcaire à Fucoïdes*.

Le terrain miocène de l'Italie septentrionale comprend aussi trois étages pour M. Pareto; ce sont :

1° L'*étage bormidien* qui renferme les assises à *Nummulites intermedia* de Dego, Carcare, etc., dans lesquelles sont intercalés des lignites et des couches lacustres de l'horizon de Cadibona.

M. Pareto, malgré quelques sages réserves, finit néanmoins par classer dans cet étage bormidien ou miocène inférieur tout le terrain nummulitique du Vicentin et du Véronais, excepté Bolca.

2° L'*étage langhien*, où viennent se ranger les marnes sableuses grisâtres, les mollasses et les sables ophiolitiques de la colline de Turin, caractérisés par les fossiles des faluns de Bordeaux.

3° L'*étage serravallien* renfermant encore des marnes sableuses grisâtres et des sables jaunes, etc.

Mais je ne poursuis pas plus loin ce résumé, n'ayant l'intention de m'occuper que des assises inférieures à l'horizon bien connu, et sur lequel il n'y a aucune contestation possible, de la Superga.

Il m'a semblé qu'il était possible aujourd'hui, en l'absence même d'une étude stratigraphique qui, paraît-il, présente de grandes difficultés, et en se fondant sur les données paléontologiques seules, d'arriver à une classification plus précise et même plus détaillée que celle de M. Pareto.

Je rappellerai d'abord qu'en 1854 (1), nous avons, M. Renevier et moi, démontré qu'il fallait détacher de la grande masse nummulitique, considérée jusque-là comme un seul et même tout, les assises qui occupent certaines positions élevées dans les Hautes-Alpes (Saint-Bonnet et Faudon), en Suisse (les Diablerets, etc.), en Savoie (Pernant, Entrevernes, etc.), et qui sont recouvertes par les grès mouchetés et les macignos auxquels on donne le nom

(1) *Bull. Soc. de statistique de l'Isère*, t. III. — *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XI, p. 587.

de *Flysch*. Le caractère de ce groupe est de présenter une association incontestable de fossiles de notre calcaire grossier-parisien et des sables de Fontainebleau. Nous en avons conclu qu'il était plus récent que les autres assises de la série nummulitique.

Cette distinction a été adoptée par M. Eug. Sismonda, qui, l'année suivante, est venu faire connaître (1) un système nummulitique encore plus récent que celui auquel nous avons donné le nom de *Terrain nummulitique supérieur*, celui de la vallée de la Bormida.

La faune de ces couches, par la présence d'un grand nombre d'espèces véritablement miocènes et de l'époque de nos faluns de Touraine, est certainement, comme l'admet M. Eug. Sismonda, plus moderne que celle du terrain nummulitique des Hautes-Alpes.

Du travail de ce savant résulte une division du terrain nummulitique en trois zones, les zones inférieure et moyenne restant, sans modification, celles que nous avons données, M. Renevier et moi.

Ces trois zones, M. Sismonda les rapporte toutes trois à l'étage éocène, considérant la zone moyenne comme l'équivalent de tout l'éocène du bassin de Paris (2).

Un peu avant que M. Eug. Sismonda ne lût son travail à l'Académie royale de Turin (séance du 15 avril 1855), la Société géologique de France, dans la séance du 2 avril, entendait la lecture d'une note (3) de M. Pareto, dans laquelle une séparation tranchée est nettement établie, tant par les discordances de stratification que par tous les autres caractères, entre le flysch et les calcaires à fucoïdes d'une part et la zone nummulitique supérieure de l'autre, tandis qu'il y a une liaison incontestable entre cette zone supérieure et le véritable miocène. Ces rapports sont mis parfaitement en lumière par des coupes fort instructives. M. Pareto montre que la zone supérieure repose à Sassello et à Carcare (4) sur des lignites à *Cyrena Brongniarti*, Bast. (*C. convexa*, Brong.) et *Cerithium margaritaceum*, Brocc., qu'il considère comme représentant, selon toute probabilité, les lignites de Cadibona.

(1) *Mém. de l'Acad. royale des sciences de Turin*, 1855.

(2) Depuis, M. Michelotti (*Études sur le miocène inférieur de l'Italie septentrionale*, Harlem, 1861) a rattaché la zone supérieure de M. Eug. Sismonda au miocène inférieur.

(3) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XII, p. 370, pl. XI.

(4) *Bull.*, 2^e sér., t. XII, p. 1125, 1855.

Je regarde comme acquis à la science, d'après les travaux que je viens de rappeler, et cela depuis 1855 :

1° Que le grand système nummulitique des Alpes et de l'Italie septentrionale présente trois groupes d'âges différents :

A.	Terrain nummulitique	de Nice.
B.	—	des Hautes-Alpes.
C.	—	de la Bormida.

2° Que les deux groupes inférieurs sont éocènes et le groupe supérieur miocène.

Je vais maintenant exposer des faits qui, je l'espère, feront faire un nouveau pas à cette question.

Il y a déjà deux ou trois ans que, par l'intermédiaire de M. Saemann, je m'étais procuré des séries de fossiles du Vicentin plus riches que celles sur lesquelles j'avais opéré avec M. Renevier. Ces séries provenaient de localités différentes. En groupant à part ce qui appartenait à chaque localité, j'avais été frappé de la différence et de l'indépendance des faunes ainsi constituées.

Nous avons associé, comme Brongniart et les auteurs qui l'ont suivi, Castel-Gomberto à Ronca; M. Tournouër, dans un travail récent (1), vient de démontrer que Castel-Gomberto et Montecchio-maggiore doivent être classés sur l'horizon de Gaas et du calcaire à Astéries; sur 60 espèces de ces localités de l'Italie septentrionale, pas une n'est certainement commune avec Ronca, tandis que quarante-six sont communes avec Gaas. Salcedo offre des analogies de même nature et en aussi grand nombre.

Si l'on étudie à part les fossiles de Ronca (2), dont la localité de Villagrande offre un très-bon type, on reconnaît, en effet, que cette faune est complètement différente de celle de Castel-Gomberto, avec laquelle elle ne présente jusqu'ici aucune espèce commune, tandis qu'elle offre les plus grandes affinités avec celle du calcaire grossier, et surtout avec celle du calcaire grossier supérieur, faune si peu représentée en Europe. On y trouve comme fossiles de cet horizon les espèces suivantes :

(1) *Compt. rendus de l'Acad. des scienc.*, t. LXI, p. 199, 1865. M. Michelotti avait déjà placé (*loc. cit.*) Montecchio et Castel-Gomberto dans le miocène inférieur.

(2) Je me borne à ceux que j'ai pu étudier moi-même et dont le gisement est certain.

Natica Studeri (Quenst., sp., 1839) Bronn.; syn. *Ampullaria depressa*, Brong., non Lk. *Natica parisiensis*, Desh., d'Orb.

Cerithium angulatum, Brander; syn. *C. hexagonum*, Lk., *C. Maraschini*, Brong. (4).

— *conulus*, Brug., 1789; syn. *C. conoideum*, Lk., 1803; *C. baccatum*, Brong.

C. serratum, Brug.; syn. *G. calcaratum*, Brong.

Fusus polygonus, Lk., Brong.

— *costulatus*, Lk. (2); syn. *F. polygonatus*, Brong.

Avec ces espèces, abondantes à Villagrande, dont les unes sont exclusivement caractéristiques du calcaire grossier supérieur, dont d'autres, comme *Natica Studeri* et *Fusus polygonus*, se trouvent aussi à profusion dans les sables de Beauchamp, se rencontrent :

1° Des espèces propres à ce dernier niveau, comme *Fusus subcarinatus*, Lk., *Trochus monilifer*, *Cerithium bicalcaratum*, Brong., que le *C. mixtum*, Defr., comprend parmi ses nombreuses variétés; *C. lemniscatum*, Brong., qui ne me paraît pas différer du *C. emarginatum*, Lk., *Cytherea polita*, Desh.; *Cyrena roborata*?, Desh.

2° Des espèces propres au calcaire grossier inférieur; ce sont: *Natica turbinata*, Desh.; *Fusus intortus*, Lk., *F. Noe*, Lk., *Tellina scalaroides*, Lk.

3° D'autres, comme *Cardium granulorum*, Lk., *Hipponyx cornucopiae*, Lk., qui vont du calcaire grossier inférieur aux sables de Beauchamp, ou *Nerita Schmidelliana*, qui descend du calcaire grossier inférieur dans les couches supérieures des sables du Soissonais.

4° Enfin une seule, *Melania Cuvieri*, Desh., jusqu'ici connue seulement dans ces dernières couches.

(4) Il m'est impossible de voir, quand on opère sur un certain nombre d'échantillons, assez de différence entre les *C. Maraschini* et *C. hexagonum* pour qu'on soit autorisé à les séparer.

(2) C'est avec raison que M. Deshayes (*Desc. des coq. foss. des env. de Paris*, suppl., t. III, p. 285) a réuni le *Fusus costulatus*, Lk., au *F. polygonatus*, de Brong. Cette opinion est justifiée par les échantillons de la collection Brongniart étiquetés comme *F. polygonatus*.

C'est par erreur que nous avons (Héb. et Ren., *Foss. numm. supér.*, 1854, p. 47) rapproché cette dernière espèce de *F. subcarinatus*, sans toutefois l'y réunir. Les échantillons des Hautes-Alpes et de Gass (*Fasciolaria polygonata*, Grat., non Brong.) diffèrent complètement du type de Brongniart, pour se rapprocher davantage, comme nous l'avions dit, du *Fusus subcarinatus*, Lk.

Ainsi, toutes les espèces que j'ai pu étudier témoignent des rapports qui lient la faune de Ronca avec celles du calcaire grossier et des sables de Beauchamp.

J'ignore si les fossiles des trois faunes marines, si distinctes chez nous, du calcaire grossier inférieur, du calcaire grossier supérieur et des sables de Beauchamp, appartiennent, à Ronca, à une même assise ou à des assises différentes (1). Mais, quoi qu'il en soit, il y a en ce lieu deux faunes représentées par des espèces à individus nombreux, bien caractérisés, et que nous ne trouvons pas dans les autres assises nummulitiques : ce sont les faunes du calcaire grossier supérieur et des sables de Beauchamp.

Aux espèces identiques vient encore se joindre un groupe dont les analogues se retrouvent dans les faunes précédentes, savoir : *Melania Stygii*, très-voisine de la *M. lactea*; *Natica Vulcani*, très-voisine de *N. Villemettii*, etc.

Ainsi envisagée isolément, la faune de Ronca n'a plus qu'un très-petit nombre d'espèces communes avec celle des Hautes-Alpes. Il faut d'ailleurs en distraire quelques identités que nous avons admises à tort en 1854. Ainsi le *Cerithium*, que nous avons rapporté au *C. Castellini*, Brong., en diffère, aussi bien que du *C. hexagonum*, Lk. Il en est de même pour le *Fusus polygonatus*, pour la *Cyrena convexa*, que nous avons à tort assimilée à la *Maetra sirena*, Brong., et qui ne se trouve pas à Ronca (2).

En tenant compte de toutes ces corrections, et ajoutant quelques espèces non citées dans notre tableau (3), les espèces de Ronca qui se trouvent dans les Hautes-Alpes sont les suivantes :

Natica Studeri.

Chemnitzia costellata.

— *lactea* ? (*Stygii*).

Turritella incisa.

Cerithium conulus.

Cerithium combustum.

Cardium granulosum.

Trochosmilium irregularis, Desh.

Nummulites contorta, Desh.

(1) Nos échantillons de *Nerita Schmidelliana* proviennent de Val-Nera et non de Villagrande.

(2) Nous avons été trompés, M. Renevier et moi, par une grande analogie de forme et de caractères. J'ai reconnu depuis que *Maetra* ? *sirena*, Brong., qui est une véritable Cyrène et devra porter le nom de *Cyrena sirena*, présente trois dents à la charnière, sur la valve gauche, tandis que *Cyrena convexa* n'en a que deux. *Maetra erebea* est aussi une espèce différente.

(3) *Loc. cit.*, p. 75.

ces deux dernières d'après la citation de M. d'Archiac. Cinq de ces espèces appartenant au calcaire grossier supérieur ou aux sables de Beauchamp, et aucune à des assises plus anciennes, c'est donc par la partie la plus moderne que la faune de Ronca se rapproche de celle des Hautes-Alpes.

Celle-ci, par ses espèces miocènes,

<i>Natica angustata</i> , Grat.	| <i>Trochus Lucasianus</i> , Brong.
— <i>crassatina</i> , Lk.	
<i>Deshayesia cochlearia</i> , Brong.,	
sp. (1).	
<i>Chemnitzia semidecussata</i> , Lk., sp.	| <i>Cerithium plicatum</i> , Brong.
	| — <i>elegans</i> , Desh. (<i>C. stroppus</i> , Brong.), etc.

se rapproche beaucoup plus de celle de Castel-Gomberto, dont elle diffère par les espèces éocènes déjà citées dans notre ouvrage, et par d'autres que nous ne connaissons pas alors, telles que *Cypræa elegans*, *Strombus ornatus*, *Conus stromboides*, *Venericardia Lawæ*, Brong.; *Venus! Proserpina*, Brong.; *Crassatella curata*, Desh., et que nous avons reconnues dans la collection de notre confrère, M. Rouy, de Gap.

Tout le système de couches, dont la faune de Faudon et de Saint-Bonnet caractérise la partie inférieure, et dont le *Flysch* et le calcaire à fucoides constituent la partie supérieure, doit donc être placé entre le système de Villagrande et celui de Castel-Gomberto. Quelles que soient les positions stratigraphiques relatives de ces deux dernières séries, il y a donc là une grande lacune dans le Vicentin.

Mais à côté de cette lacune, le Vicentin renferme plusieurs autres assises fossilifères, dont la position géologique ne me paraît pas avoir été signalée, et qui présentent néanmoins un grand intérêt.

C'est ainsi que San Giovanni Ilarione, près d'Arzignano, nous offre d'une manière surprenante la faune du calcaire grossier inférieur; aucune des assises nummulitiques n'a jusqu'ici présenté une pareille identité.

(1) Cette coquille a un si grand nombre de variétés que j'ai pu former une série d'une vingtaine d'individus, tous recueillis à Jeurre, et différents les uns des autres. Je ne pense donc pas que les caractères signalés par M. Deshayes (*Suppl.*, t. III, p. 83) puissent permettre de séparer l'espèce des Hautes-Alpes de celle des sables de Fontainebleau.

On y trouve en effet :

Calyptra trochiformis, Lk.
Hipponyx cornucopiæ, Defr.
Turritella imbricata, Lk.
Bulla conica, Desh.
 — *striatella*, Desh.
Bullæa excavata ? Desh.
Delphinula calcar, Lk.
Trochus agglutinans, Lk.
Natica cæpacea, Lk.
 — *epiglottina*, Lk.
 — *sigaretina*, Desh.

Fusus Noe, Lk.
 — *scalarinus*, Desh.
Pyrula pannus, Desh.
Rostellaria fissurella, Lk.
Voluta harpula ? Lk.
Mitra costulata, Desh.
Cypræa elegans, Lk.
Conus stromboides, Desh.
Terebellum convolutum, Lk.
 — *fusiforme*, Desh.
Nummulites lævigata, Lk.

Les assises de San Giovanni Ilarione viennent donc se placer par leur faune au-dessous de celles de Ronca. Les foraminifères, dont M. d'Archiac a bien voulu faire la détermination, confirment cette classification. C'est à San Giovanni Ilarione que se rencontre *Nummulites lævigata*, Lk, de même que *San Pietro Mussolino*, vallée du Chiampo, qui offre beaucoup d'espèces communes avec San Giovanni Ilarione, renferme *Nummulites scabra*, Lk. Ces deux espèces sont accompagnées des *N. spira*, Defr., *N. perforata*, d'Arch., *N. complanata*, Lk, et en grande quantité. C'est donc là, dans le Vicentin, le grand horizon des Nummulites.

Enfin une autre localité du Vicentin, Priabona, entre Mâlo et Valdagno, nous offre une faune tout autre, dont les affinités ne sont plus avec le calcaire grossier, mais avec les couches nummulitiques de Biarritz. Aucune des espèces précédemment citées ne se trouve dans la série que nous avons reçue de cette localité, mais nous y reconnaissons les suivantes :

Cancer punctulatus, Desm.
Serpula spirulæa, Lk.
Pecten Gravesii, d'Arch.
Spondylus asperatus, Goldf.
Ostrea varilamella, Desh.
Schizaster rimosus, Desh.

Eupatagus ornatus, Ag. et Des.
Operculina ammonæa, Leym.
Orbitolites radians, d'Arch.
 — *stellata*, d'Arch.
 — *Fortisii* ?

Toutes ces espèces sont des plus caractéristiques de Biarritz, dont nous considérons la partie inférieure comme l'équivalent de nos sables marins du Soissonnais, tandis que les couches supérieures à *Operculines* et à *Eupatagus* paraissent se rapporter aux premiers bancs du calcaire grossier de Paris. Nous trouvons donc dans le Vicentin des assises différentes, correspondant aux divers étages qui constituent la série tertiaire parisienne, savoir :

1° Les assises de Priabona (valle di Boro) représentant Biarritz, c'est-à-dire l'éocène inférieur. C'est à ce niveau qu'appartiennent d'une part Bolca et de l'autre Brandola, cité par Brongniart, et d'autres localités des monts Berici, où se rencontrent l'*Ostrea varilamella*, le *Spondylus asperatus*, etc., que j'ai vus dans la collection de M. Tournouër, et probablement aussi Val Rovina et Montegrosso, près de Bassano, au nord-est de Salcedo.

2° San Giovanni Ilarione et San Pietro Mussolino, synchroniques du calcaire grossier inférieur.

3° Villagrande, près de Ronca, contemporain du calcaire grossier supérieur, y compris peut-être les sables de Beauchamp.

4° Castel Gomberto (Monte Grumi, San Valentino), Montecclio maggiore (la Trinità), Monte Carloto près de Monteviale, Monte Postale, et, plus au nord, Salcedo au nord de Bregauze, et Sagonini près de Monte Sumano, au nord-est de Schio, répondant exactement à l'horizon de Gaas et de la partie inférieure des sables de Fontainebleau.

Il y a donc entre Ronca et Castel-Gomberto une lacune considérable, comblée dans les Alpes par les calcaires à *Nummulites striata* et *contorta*, le flysch et le calcaire à *Fucoides*. Ces puissants dépôts deviennent par conséquent synchroniques du gypse, comme nous l'avions pensé il y a plus de dix ans, sans oser donner cette opinion comme démontrée, ce que nous croyons devoir exprimer plus nettement aujourd'hui ; ils représentent l'éocène supérieur.

Sur le versant septentrional de l'Apennin et sur les couches plissées et redressées du calcaire à *Fucoides* vient se placer, d'après M. Pareto (1), en stratification discordante, le système de la vallée de la Bormida, où il n'y a, pour ainsi dire, plus de fossiles éocènes, mais un mélange remarquable de fossiles du miocène inférieur de Castel Gomberto et des sables de Fontainebleau, et de fossiles du miocène moyen de Touraine et de la Superga.

Ce système est donc postérieur à celui de Castel-Gomberto, pendant ou avant le dépôt duquel s'est produit le mouvement qui a causé la discordance si tranchée, dont nous venons de parler ; et, comme il est antérieur à celui de la Superga, il vient se placer au niveau de notre calcaire de Beauce, dont il constitue l'équivalent marin.

Il est à remarquer que le système de la Bormida commence par des dépôts lacustres, correspondant aux lignites à *Anthracotherium*

(1) *Loc. cit.*, p. 220.

de Cadibona, tandis que les lignites de Salcedo, où ont été également recueillis des débris d'*Anthracotherium*, sont, d'après M. Massalongo, supérieurs aux assises nummulitiques de cette région. Comme il me paraît peu douteux que les lignites de la Bormida et de Cadibona ne soient synchroniques de ceux de Salcedo, il en résulte une nouvelle preuve de l'exactitude de l'âge relatif que nous venons d'assigner aux couches nummulitiques de ces deux contrées.

C'est ainsi que la paléontologie seule nous permet de discerner d'une manière très-nette, dans toutes ces puissantes masses nummulitiques de l'Italie septentrionale, les diverses époques établies dans la série tertiaire par la seule étude du bassin de Paris. Ce n'est plus une ou deux coupures qu'il faut effectuer dans le terrain nummulitique, ce ne sont pas non plus des divisions locales comme celles que propose M. Pareto, basées uniquement sur des rapports stratigraphiques rarement exacts, quand ils ne s'appuient pas sur des données paléontologiques, c'est le cadre connu qu'il faut adopter en entier, et dans les compartiments duquel il est nécessaire de placer les masses minérales qui nous ont occupé dans ce travail; c'est ce que nous allons essayer de présenter aux yeux par le tableau ci-contre, page 136 :

Si je ne crains point, bien que je n'aie jamais exploré moi-même l'Italie septentrionale, de donner cette classification des diverses parties du grand terrain nummulitique, c'est que les documents, sur lesquels je me suis appuyé sont tellement décisifs, que je ne doute pas que ceux de mes confrères qui en feraient l'examen n'arrivent au même résultat. Je suis loin, d'ailleurs, de présenter ce tableau comme parfait, et je désire que les géologues italiens le soumettent à une critique sérieuse.

Une autre conséquence de cette étude, c'est que, dans mon opinion, les massifs montagneux qui limitent, au nord dans le Vicentin et le Véronais et au sud dans l'Apennin ligurien, le grand bassin du Pô, ont été, pendant toute la période tertiaire, soumis à un mouvement oscillatoire, à une sorte de balancement qui, alternativement, élevait le nord en abaissant le sud, et réciproquement, ainsi qu'il suit :

1° Le Vicentin est sous les eaux, les assises des Monti Berici et de Bolca se déposent pendant que l'Apennin ligurien est émergé.

2° Un mouvement général d'affaissement donne lieu aux dé-

BASSIN DE PARIS.			ITALIE SEPTENTRIONALE.		
			RÉGION ORIENTALE. VICENTIN.	RÉGION OCCIDENTALE. APENNIN LIGURIEN.	
TERRAINS TERTIAIRES	moyen ou MIOCÈNE.	Moyen.	Faluns de Touraine	Lacune.	La Superga.
		Inférieur.	Calcaire de Beauce.	Lignites de Salcedo. Zovencedo (Lombardie).	Conglomérats nummulitiques de Dego, Carcare, etc. Lignites de la Bormida et de Ca- dibona.
			Sables de Fontainebleau. { Assise sup. | Sables à <i>Cardita Bazini</i> . Ass. moy. | Sables à <i>Natica crassatina</i> . Assise inférieure. | Calcaire de Brie. Marnes vertes. Marnes à <i>Cyrena convexa</i> , etc.	Couches marines de Salcedo, San- gonini, Castel-Gomberto Mon- teviale, Montecchio maggiore.	Lacune.
	inférieur ou ÉOCÈNE.	Supérieur.	Gypse et calcaire de Saint-Ouen.	Lacune.	Calcaire à Fucoïdes. Flysch. Assises nummulitiques des Htes Alpes.
		Moyen.	Sables de Beauchamp. Calcaire grossier supérieur,	Ronca (Villagrande).	Lacune.
			Calcaire grossier inférieur.	San Giovanni Ilarione. San Pietro Mussolino.	Nice.
		Inférieur.	Sables du Soissonnais.	Monte Bolca. Monti Berici (Brendola). Priabona.	Lacune.

pôts sensiblement synchroniques de Nice, d'une part, de San Giovanni Ilarione et de San Pietro Mussolino, de l'autre.

3° Le Vicentin continue à rester sous les eaux marines, où se développe la faune de Villagrande (Ronca), pendant que l'Apennin s'exhausse et s'émerge; mais les eaux sont peu profondes à Ronca, et A. Brongniart (1) a fait, avec beaucoup de sagacité, la remarque que le rivage n'était pas loin, puisque les cours d'eau y amenaient des coquilles terrestres. C'est qu'en effet le sol s'exhaussait vers le nord, la mer s'éloignait vers le sud (2).

4° Après le dépôt des couches de Ronca, le Vicentin reste émergé, pendant qu'à son tour l'Apennin ligurien et une grande partie de la région des Alpes s'affaisse sous les eaux de la mer, où pullulent les fossiles de la riche faune de Faudou, etc.; puis les sédiments calcaires font place aux sédiments argileux et arénacés, où les fossiles marins disparaissent, et le flysch se dépose.

5° Un mouvement inverse se produit, et pendant que les Alpes et l'Apennin s'émergent, par un mouvement lent sans doute, mais tel cependant que les couches récemment déposées se redressent ou se plissent, le Vicentin, s'affaissant à l'est, reçoit les assises marines de Castel-Gomberto, de Montecchio et de Salcedo, auxquelles rien ne correspond dans l'Apennin alors à sec (3). La faune de cette mer est nouvelle pour le Vicentin, mais elle renferme un certain nombre d'espèces de celle des hautes Alpes.

C'est à la fin de cette époque que vit l'*Anthracotherium*.

6° Le Vicentin s'émerge à son tour, le golfe marin devient lagune ou marécage. Là se forment ces dépôts de lignites de Salcedo et de Zovencedo. Là restent enfouis les débris de l'*Anthracotherium*.

En même temps, l'Apennin s'affaisse lentement; sur ses deux versants s'établissent aussi ces lagunes ou marécages, origine des

(1) *Loc. cit.*, p. 20.

(2) Il semble même que l'étendue du golfe allait en diminuant depuis les dépôts de Monte Bolca. Si l'on jette les yeux sur la carte de ces régions, on voit que les dépôts les plus anciens sont au nord ou à l'est; San Giovanni Ilarione et San Pietro Mussolino sont enclavés dans ces deux directions; Ronca est encore plus au sud. Les couches paraissent donc en retrait les unes sur les autres en marchant vers la plaine, c'est-à-dire au sud.

(3) Ces couches semblent s'étendre transgressivement du nord au sud, de Salcedo et de San-Gonini à Montecchio maggiore, et paraissent recouvrir indistinctement les couches des divers horizons plus anciens. Priabona, San-Pietro Mussolino et Ronca.

lignites à *Anthracotherium* de Cadibona et de ceux de la Bormida.

Mais, de ce dernier côté, la mer finit par prédominer; elle accumule au pied septentrional de l'Apennin ligurien les conglomérats à *Nummulites intermedia*, les assises fossilifères de Dégo, Carcare, etc., où apparaît pour la première fois une partie de la faune des saluns de Touraine et de Léognan, en même temps que continuent à vivre les *Natica crassatina*, *Voluta Rathieri* et quelques autres espèces des sables de Fontainebleau.

7° Par-dessus ces assises, sans aucun changement, ni dans la nature des sédiments, ni dans la stratification, et avec de simples modifications successives dans la faune, se déposent les couches synchroniques de celles de la Superga, dont l'horizon est si caractérisé dans toute l'Europe, et qui forme une limite supérieure sur laquelle aucun désaccord ne peut se manifester.

On remarquera aisément que, dans cette longue succession de faunes et de phénomènes physiques, c'est entre la faune nummulitique des Hautes-Alpes et celle de Castel-Gomberto que se manifeste la plus grande différence, comme, au point de vue stratigraphique, c'est là que se présente la plus grande discordance. C'est là que M. Pareto place sa limite entre l'éocène et le miocène, et la confusion qui résulte de ce qu'il se décide, quoique avec peine, à réunir ensemble toutes les assises du Vicentin, n'ôte rien à la validité des raisons qu'il invoque pour justifier cette limite.

On sera frappé également de l'intime liaison qui unit Castel-Gomberto et Salcedo aux couches nummulitiques supérieures de la Bormida, et celles-ci au véritable miocène de la Superga et de Léognan ou de la Touraine. Une succession tout à fait analogue unit ensemble, dans l'Aquitaine, Gaas et Léognan, et, bien que toute classification ne soit qu'une opération de notre esprit, et non une chose absolue, il est juste de reconnaître que, jusqu'ici, il ne paraît pas nécessaire d'ajouter aux trois grands groupes tertiaires, généralement admis sous les noms d'éocène, miocène et pliocène, un quatrième, l'*oligocène*, qui comprendrait ce que nous désignons sous le nom de miocène inférieur.

Si, dans le nord de l'Europe, cet oligocène présente des différences assez grandes avec le miocène (miocène moyen), cela tient à ce que la partie supérieure de ce groupe n'y est, en général, représentée que par une formation d'eau douce (1); mais la conti-

(1) Dans le nord de l'Allemagne toutefois, l'oligocène supérieur

nuité se retrouve dans le Midi, et là on ne saurait admettre l'oligocène. Il n'y a donc pas de raison suffisante de changer la division ternaire des terrains tertiaires, établie depuis si longtemps par les géologues français, contre une division quaternaire; et, jusqu'à nouvel ordre, la meilleure ligne de démarcation entre le groupe inférieur et moyen restera celle que M. Élie de Beaumont a posée d'une manière générale au-dessous des sables de Fontainebleau, et que nous avons essayé de préciser davantage en la fixant (1) entre les marnes d'eau douce supérieures au gypse et les marnes à *Cyrena convexa* et à *Cerithium plicatum*, etc., inférieures au calcaire de Brie.

Je me trouve ainsi naturellement amené à dire un mot d'un travail consacré précisément à la discussion de cette question, publié en 1858 dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*. L'auteur, M. le professeur Beyrich, me fait l'honneur de m'y citer, en donnant toutefois à ma pensée un sens qui n'était pas exactement le mien. C'est ainsi que j'ai dit, que, lors même que la mer des faluns de Touraine différerait autant de la mer des sables de Fontainebleau que celle-ci de la mer du calcaire grossier, il me paraissait préférable de s'en tenir à la division ternaire, ce qui a été traduit tout différemment dans le texte allemand.

M. Beyrich place nos sables de Fontainebleau en regard de son oligocène moyen, et il regarde le gypse de Montmartre comme synchronique de l'oligocène inférieur, qui serait représenté en Belgique par les assises inférieures du Limbourg. Je ne pense pas que cette classification puisse être justifiée par les faits. D'abord, dans le bassin de Paris, le gypse appartient certainement à la série inférieure :

1° Par les couches marines intercalées dans ses assises inférieures, couches signalées depuis si longtemps par C. Prévost à la Hutte au Garde, et dont la faune est exactement la même que celle des marnes à *Pholadomya ludensis* des Docks, comme je l'ai

renferme en grande quantité de petites espèces du genre *Nassa*, analogues aux espèces miocènes, pliocènes et actuelles. Ce genre ne paraît pas exister plus bas (Von Kœnen, *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, déc. 1863). Je suis persuadé que cette liaison de l'oligocène au miocène ne fera que se fortifier par l'étude de ces assises.

(1) *Description des fossiles du terrain nummulitique inférieur*, p. 62, 1854. — (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XII, p. 772, 1855; — *Ibid.*, t. XVII, p. 802, 1860.)

signalé déjà (1), c'est-à-dire qu'elle appartient aux sables de Beauchamp.

2° Par les couches d'eau douce supérieures au gypse, dont la faune (2) se rapproche beaucoup plus de celle du calcaire de Saint-Ouen, situé au-dessous du gypse et des marnes marines à *P. ludensis*, que de celle du calcaire de Brie, bien que ce dernier en soit presque en apparence la continuation, à tel point que la plupart des géologues actuels l'ont réuni au gypse, tandis qu'il est intercalé au milieu des premiers sédiments de la série de Fontainebleau.

3° Par les mammifères qu'il renferme, et qu'il serait vraiment difficile de réunir à ceux du calcaire de Beauce, ce qui serait la conséquence du classement de ce dernier comme oligocène supérieur, et du gypse comme oligocène inférieur.

En second lieu, la faune de l'oligocène inférieur, telle que j'ai pu en juger dans mon passage à Lattorf, en octobre dernier, m'a semblé avoir de singulières analogies avec la faune, non pas même des premières couches marines de nos sables de Fontainebleau, mais avec celles de Morigny, près d'Étampes, supérieures aux marnes marines de Montmartre.

C'est ainsi qu'on y recueille à profusion le *Buccinum Gossardi*, Nyst, et le *Dentalium acutum*, Héb., si communs autour d'Étampes. D'autres espèces, plus rares, appartiennent au même niveau; ce sont : *Pleurotoma Stoppani*, Desh., *P. belgica*, Nyst, une troisième espèce qui ne m'est pas connue, *Friton Flandricum*, de Kon. (variété des sables de Fontainebleau et non celle de Boom), *Fusus Speyeri*, Desh., *Turritella planospira*, Nyst, *Cerithium trochleare*, Lk. (var. *C. Diaboli*), etc. J'y ai recueilli aussi *Voluta suturalis*, Nyst, de Grimmetingen (Limbourg), et *Cassis striata*, Brong., de Salcedo (Vicentin). Au milieu d'une quarantaine d'espèces, que j'ai pu récolter dans cette courte visite à Lattorf, où avait bien voulu me guider M. Adolphe de Koenen, de Berlin, je n'ai pu jusqu'ici constater l'identité d'une seule espèce avec nos fossiles éocènes. Mais, en admettant même que la faune de l'oligocène inférieur soit antérieure à celle de Morigny, il y a encore assez de marge entre cette zone et le gypse pour qu'on puisse la classer sans la sortir du miocène inférieur. Nous avons en effet dans notre bassin parisien, entre l'horizon de Morigny et les

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. XVII, p. 808, 1860, note 4.

(2) *Loc. cit.*, p. 804 et 802, note 2.

marnes d'eau douce supérieures au gypse que je considère comme la limite supérieure de l'éocène, et de haut en bas :

1° Sables et marnes à *Natica crassatina*, *Deshayesia cochlearia*, Brong., etc.

2° Calcaires et meulières de Brie, formation d'eau douce très-puissante en certains points, et représentant une époque d'une longue durée caractérisée par une faune spéciale.

3° Marnes vertes et marnes jaunes à *Cyrena convexa*, Brong. sp., *Psammobia plana*, Brong. sp., *Cerithium plicatum*, Lk, *C. trochlear*, Lk; *Bithynia plicata*, d'Arch. et de Verneuil. sp.

Il n'y a jusqu'ici, selon nous, aucune raison suffisante de faire descendre l'oligocène inférieur plus bas que ces dernières assises.

Quant aux lignites sur lesquels reposent les couches marines de Lattorf, et, en général, de l'oligocène inférieur, j'admettrai volontiers qu'ils *peuvent* correspondre au gypse, mais je n'en sais absolument rien. Il faut, pour bien les placer définitivement, qu'on y ait découvert des débris organiques.

Voici ce que j'avais à dire, relativement à la classification de l'oligocène inférieur du nord de l'Allemagne dans notre série parisienne.

J'admets volontiers aussi que les couches du Limbourg viennent se ranger dans l'oligocène moyen et inférieur de M. Beyrich; mais je crois qu'on s'est trop hâté de croire à un grand nombre d'identités entre l'oligocène inférieur de Belgique et d'Allemagne et l'éocène supérieur d'Angleterre, notamment avec le *Barton-clay*. Je suis persuadé qu'une nouvelle étude réduira de beaucoup le nombre de ces identités, tout en étant parfaitement disposé à admettre de pareilles associations.

M. Beyrich m'attribue l'idée d'une *catastrophe générale* qui aurait mis fin à la faune éocène. Je ne crois pas avoir jamais rien écrit de semblable. J'ai fait voir (1) comment, pendant toute la période éocène, la mer du Nord avait éprouvé, dans sa circonscription, des variations peu considérables, s'avancant d'abord du nord au sud, puis se retirant successivement, de manière à occuper son minimum au commencement des dépôts gypseux, époque à laquelle elle ne laisse plus que quelques lagunes dans le bassin anglo-parisien; comment ensuite l'Allemagne septentrionale, émergée pendant toute la période précédente, s'était trouvée, à l'époque des sables de Fontainebleau, plongée sous les eaux dans une grande partie de son étendue, et j'ai montré, par une carte spéciale, que

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. XII, p. 770 et pl. XVI.

cette mer poussait, en contournant le massif hercynien, un long fjord dans la vallée du Rhin jusqu'à Bâle. Je n'ai jamais dit que ces événements fussent le résultat d'une *catastrophe*, et il eût été difficile de se tromper à cet égard sur ma manière de voir, si mes travaux antérieurs (1) eussent été connus de l'auteur.

Cette invasion de la mer dans l'Europe orientale s'est faite lentement, comme tous les mouvements généraux du sol. Il y a d'abord eu des marécages par suite du refoulement des eaux continentales; de là les lignites.

Puis la mer est venue occuper le sol, sans partage avec les eaux douces, car l'oligocène inférieur est exclusivement marin; puis les eaux de l'oligocène moyen se sont avancées beaucoup plus au sud, ainsi que nous l'apprennent les travaux de M. Beyrich; elles ont contourné le massif hercynien et pénétré dans la vallée du Rhin. Tout cela s'accorde parfaitement avec ma manière de voir. Rien ne vient diminuer ce fait capital du grand changement dans la circonscription des mers qui se produit après le dépôt du gypse, car les premiers dépôts du gypse s'effectuent dans une mer où vit encore la faune des sables de Beauchamp et lorsque aucune grande modification dans le relief de l'Europe septentrionale n'était encore intervenue.

Voici donc, en résumé, comment je classerai les dépôts dont il vient d'être question :

Tableau montrant les corrélations des couches appartenant au miocène inférieur en France, en Allemagne et en Belgique.

	FRANCE.	ALLEMAGNE.	BELGIQUE.
MIOCÈNE INFÉRIEUR.	Assise supérieure.	Calcaire de Beauce.	Oligocène supérieur.
	Assise moyenne.	Sables d'Étampes.	Oligocène moyen.
	Assise inférieure.	Calcaire de Brie et marnes à Cyrènes.	Oligocène inférieur.
ÉOCÈNE SUPÉRIEUR.	Gypse.	? Lignites de Lattorf, etc.	Manque.
ÉOCÈNE MOYEN. Assise supérieure.	Sables de Beauchamp.	Manque.	Manque.

(1) *Notice sur les dépôts situés, dans le bassin de Paris, entre la*

M. Beyrich a émis, dans ce même mémoire, l'opinion que son oligocène moyen du bassin du Rhin et de Suisse est plus probablement en relation avec les couches des environs d'Orléans qu'avec celles de Tongres et de Maëstricht. Cette manière de voir est inadmissible; jamais la mer tertiaire ne s'est étendue directement de la vallée du Rhin au bassin de Paris; il y avait alors comme aujourd'hui la Côte d'Or et les collines de la Champagne, qui rendaient cette communication impossible. Je ne vois aucune raison de modifier le tracé général que j'ai indiqué (1); pour arriver de Mayence à Maëstricht, la mer contournait nécessairement le massif hercynien.

C'est encore à tort que M. le professeur Beyrich a cru voir, dans le travail que nous avons publié avec M. Renevier sur le terrain nummulitique des Hautes-Alpes, que nous considérions ce terrain comme contemporain des sables de Fontainebleau. C'est au gypse que nous l'avions rapporté, ainsi que je l'ai rappelé plus haut, et quant à moi personnellement, je n'ai jamais songé à le remonter plus haut.

Enfin, une dernière rectification, et celle-ci sur les couches tertiaires de l'île de Wight et du Hampshire. Depuis 1851 (2), j'ai exprimé le premier, je crois, l'opinion sur laquelle je n'ai jamais varié depuis, que les argiles de Barton étaient synchroniques de la partie inférieure de nos sables de Beauchamp, et les sables de Headon de la partie supérieure. J'ai aussi, à la même époque, annoncé que la partie supérieure des couches de la falaise de Colwell-bay appartenait à nos sables de Fontainebleau. Les fossiles du gypse se trouvent entre ces deux horizons dans la formation d'eau douce de Hordwell; je ne vois là aucun motif nouveau de classer le gypse dans l'oligocène inférieur.

La conclusion de ces études est donc, à mon avis, que les séries tertiaires, inférieure et moyenne, envisagées dans le nord comme dans le sud de l'Europe, présentent leur maximum de différence paléontologique et stratigraphique entre le gypse et la base des sables de Fontainebleau d'une part, entre le flysch et les assises de Castel-Gomberto de l'autre, et que c'est ainsi qu'il convient de

craie blanche et le calcaire grossier (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. V, p. 388, 1848). — *Sur la géologie du bassin de Paris* (*Compt. rendus de l'Acad. des scienc.*, 9 juin 1854).

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XII, pl. XVI.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. IX, p. 350.

placer la limite entre l'éocène et le miocène inférieur ou oligocène. Ce dernier se relie d'ailleurs beaucoup plus avec le miocène proprement dit, ou miocène moyen, qu'avec les couches éocènes les plus récentes.

On remarquera aussi que, tandis qu'à l'époque du gypse la mer se retire au Nord, où mon opinion est qu'il n'existe aucun représentant marin des couches à *Paleotherium*, elle s'avance au sud, où elle pénètre dans les Alpes, et occupe une partie de la Suisse, mais sans communiquer avec la dépression déjà existante dans la vallée du Rhin. Puis, lorsque au commencement de l'époque miocène la mer s'étend sur le nord de l'Allemagne, elle se retire des Alpes pour s'arrêter dans le golfe du Vicentin. De part et d'autre, il me paraît bien constaté que, pendant la période qu'embrasse cette étude, c'est à ce moment que correspond la plus grande différence dans la distribution générale, en Europe, des terres et des mers.

M. d'Archiac fait remarquer que l'état de nos connaissances sur ces diverses couches en Italie ne lui semble pas permettre d'établir des coupes aussi tranchées et des concordances aussi absolues que celles que vient de proposer M. Hébert.

M. Hébert serait heureux de voir s'élever des objections précises ; il essaierait d'y répondre ; d'ailleurs le travail qu'il vient de présenter, et dont il livre l'appréciation à ses confrères, lui paraît suffisamment autoriser la classification qu'il propose.

M. de Mortillet pense qu'entre le dépôt des assises de Castel-Gomberto et de Villafranca il n'y a pas de lacune, du moins telle était l'opinion que soutenait Massalongo, qui avait étudié ces terrains avec un grand soin au point de vue de la flore.

M. N. de Mercey présente à la Société un échantillon de craie provenant du département de la Seine-Inférieure et remarquable par les nombreuses empreintes de Cérithes qu'il renferme. Il pense que ces empreintes doivent leur conservation à ce qu'elles étaient protégées par les valves d'une grande *Pinna*, la *P. decussata*, Goldf.

Cet échantillon provient d'un horizon particulier caractérisé par le *Micraster cor-testudinarius*.

M. Hébert rappelle qu'il a déjà signalé l'existence de ce niveau aux Andelys, où il renferme l'*Ammonites Prosperianus*

qui, en général, n'y atteint qu'une taille peu considérable (10 ou 15 centimètres), des Scaphites, des Échinodermes, l'*Holaster planus*, le *Micraster cor-testudinarium* et même des Ananchytes. Ce banc se retrouve dans les falaises de Normandie. Récemment on a constaté sa présence en Angleterre. M. Hébert a même reconnu ce niveau en Allemagne au contact de la craie à *Inoceramus labiatus*.

M. Locard lit la lettre suivante de M. Dumortier à M. Jules Martin :

Lyon, 40 novembre 1865.

Monsieur et cher collègue,

Je viens de lire le volume sur l'*étage rhétien* que vous avez bien voulu m'adresser et dont je vous remercie ; ce livre va devenir le complément indispensable de toutes les études sur les couches à *Avicula contorta*, en résumant tout ce que la controverse, si animée sur ce très-petit terrain, a fait imprimer depuis quelque temps.

Comme depuis la publication de mes *Études paléontologiques*, quelques observations nouvelles ont été faites, qui modifient mon opinion sur la position du *bone-bed*, en la rapprochant de la vôtre, je viens vous en faire part.

1^o La petite couche de grès peu cohérent avec tous les fossiles du *bone-bed*, dont je parle (page 185), n'est pas plus basse que les cargneules jaunes à *Avicula contorta*, comme je le croyais, mais bien subordonnée à ces mêmes cargneules qui se voient au-dessus et au-dessous de ce grès. Nous avons pu voir ce *bone-bed* en place dans les déblais faits depuis quelques mois pour la construction de la nouvelle église de Saint-Cyr au Mont-d'Or (Rhône).

2^o J'étais dans l'erreur en disant (*Études paléontologiques*, p. 4) que le calcaire couleur lie de vin, de la *Font-Poivre*, représente le *bone-bed* dans le Mont-d'Or lyonnais ; ce petit ensemble fossilifère (couches marquées *d. e. f.* dans ma coupe) est placé bien au-dessous des couches à *Avicula contorta*, dont il est séparé par des marnes bariolées, des grès de couleurs variées, des grès marneux blanchâtres avec empreintes cubiques de cristaux de sel. Les dents que l'on trouve en abondance dans ce calcaire paraissent différer de celles du *bone-bed* ; les *Avicula* ne sont pas l'*Avicula contorta*.

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

40

Ainsi donc, on trouve dans les couches inférieures du *Mont d'Or* deux niveaux à dents et à ossements : 1° le véritable *bone-bed* placé au milieu des cargneules à *Avicula contorta*, puis bien au-dessous les calcaires lie de vin avec dents, Trigonies et d'autres fossiles non encore étudiés. Ne serait-il pas possible que ces deux niveaux fossilifères, dont le dernier appartient incontestablement au trias, aient été pour quelque chose dans les débats si compliqués que résume votre mémoire?

En relisant vos listes de fossiles, je remarque deux erreurs que vous me permettrez de vous signaler.

Vous admettez que la coquille que j'ai décrite sous le nom de *Cypricardia porrecta* est la même que celle dont M. Moore donne la figure (*Quarterly Journal*, n° 68, pl. XV, fig. 18) sous le nom d'*Axinus elongatus*. Cependant, cette dernière, dont malheureusement, ni M. Moore ni vous-même ne donnez le dessin en épaisseur, n'a pas la même forme; le côté antérieur est plus arrondi, les crochets moins excentriques, la petite carène plus marquée, l'ensemble moins allongé; le côté postérieur a une forme tout autre; elle porte des stries régulières et elle est sinupalléale; de plus, sa taille est beaucoup moindre et son volume n'arrive qu'au vingtième de celui de la *Cypricardia porrecta*; cette dernière, au contraire, dont le manteau est entier, et tout à fait lisse, est plus allongée, plus droite. Je puis m'appuyer pour la détermination du genre sur l'avis de M. Deshayes, qui a bien voulu en examiner un bon nombre d'exemplaires.

De plus, le niveau est tout autre, puisque l'*Axinus elongatus* se trouve avec l'*Avicula contorta* et que la *Cypricardia porrecta* caractérise les couches beaucoup plus élevées où se rencontre l'*Ammonites planorbis*. Dans tout le bassin du Rhône, ces deux terrains sont profondément séparés et n'ont pas un seul fossile commun.

Si j'insiste pour la *Cypricardia porrecta*, c'est que c'est un fossile qui peuple par millions notre zone à *A. planorbis* et qui a, par conséquent, une importance exceptionnelle.

L'*Axinus elongatus*, avec ses jolies stries régulières, n'est pas, au reste, inconnu dans nos couches à *Avicula contorta*, et, malgré la rareté des fragments, je le retrouve, accompagné du *Tæniodon præcursor*, sur les mêmes plaquettes.

Vous donnez le nom d'*Ostrea irregularis* (Münster) à l'*Ostrea* si commune dans la zone à *A. planorbis* et dont j'ai fait figurer plusieurs exemplaires sur mes planches I et VII. Je pense que c'est une erreur et que cette coquille doit porter le nom d'*Ostrea*

sublamellosa (Dunker); voici mes raisons, qui me paraissent bien fortes.

L'*Ostrea irregularis* est une grande espèce du lias moyen, dont la forme est plus ovale, rhomboïdale et surtout *pas* oblique, jamais rétrécie au talon, d'ailleurs fort irrégulière; elle est adhérente par une grande partie de sa surface; sa charnière est contournée. L'*O. sublamellosa*, toujours oblique, d'une taille et d'une forme qui varient très-peu, a un point d'attache plus petit, sa valve supérieure plus épaisse; ce n'est pas une de ces coquilles dont on rencontre un spécimen par hasard; elle peuple par milliers les couches à *A. planorbis* depuis le Hanovre jusqu'à la France méridionale, conservant partout son même facies, sa même taille et son importance numérique. Remarquez que Goldfuss dit expressément, page 20, que probablement les petits exemplaires, fig. a, b, c, fig. 5, pl. LXXIX, appartiennent à une autre espèce, ce qui paraît évident. Quenstedt, dans *Der Jura*, tab. 3, fig. 16, donne le dessin d'une valve qui est bien l'*O. sublamellosa*, en disant, page 46, lig. 3 de son texte, qu'elle diffère de l'*O. irregularis* et qu'elle remplit des couches entières à *Rosenfeld* et à *Otsdorf*.

Vous dites, enfin (page 139), qu'il est singulier que je ne cite pas la *Plicatula intusstriata* ni la *Cypricardia porrecta* dans les couches à *Avicula contorta*; mais jamais, dans les nombreux gisements que j'ai pu étudier, je n'ai rencontré ces coquilles ni plus haut, ni plus bas que dans la zone à *A. planorbis*; veuillez remarquer que, dans le bassin du Rhône, les couches à *A. planorbis* et celles à *Avicula contorta* sont nettement séparées et ne présentent rigoureusement aucun fossile commun; je sais bien que le *Pecten valoniensis* est souvent indiqué dans la zone inférieure; je le cite moi-même à ce niveau (page 187); cependant, je ne suis pas du tout certain que le *Pecten* dont on trouve souvent des débris avec l'*Avicula contorta* appartienne à cette espèce; je n'ai jamais pu, du moins, reconnaître, par des échantillons suffisants, les caractères si nets et si tranchés de ce *Pecten*. Le *Pecten cloacinus* (Quenstedt) ne me paraît pas être le *Pecten valoniensis*, dont il s'éloigne par son sommet aigu et par la forme des oreilles; vous placez aussi dans la synonymie du *P. valoniensis* le *Pecten acutauritus* (Schafhäütl), mais ce *Pecten* est ovale, ses côtes invisibles en haut et les côtés arrivent en ligne droite au sommet, d'après la figure que j'ai sous les yeux; — d'ailleurs, Schafhäütl ne parle pas de ce caractère si peu commun et si important du *P. valoniensis*, d'avoir une valve très-bombée et l'autre absolument plane; quant au *Monotis barbata* (Schafhäütl), je n'en parle pas, car la plus sim-

ple inspection de la figure éloigne toute idée de rapprochement et montre qu'il figure dans votre synonymie par une erreur évidente.

M. Edmond Pellat dit qu'il a recueilli, dans la zone à *Avicula contorta* des environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire), plusieurs exemplaires de la *Plicatula intusstriata*, Emmr., dont M. Dumortier nie l'existence en dehors de la zone à *Ammonites planorbis*. Ces échantillons, d'une conservation parfaite, proviennent de calcaires siliceux renfermant l'*Avicula contorta* la mieux caractérisée.

Le *Pecten valoniensis*, Defr., dont la présence dans la zone à *Avicula contorta* est douteuse pour M. Dumortier, existe à ce niveau à Couches-les-Mines. On le reconnaît facilement au caractère dont parle M. Dumortier (une valve absolument plane et l'autre valve très-bombée). Il est même quelquefois assez abondant pour former une sorte de lumachelle.

Ces deux fossiles relient incontestablement, dans les environs de Couches-les-Mines, la zone à *Avicula contorta* et la zone à *Ammonites planorbis*, qui, suivant M. Dumortier, sont, dans le bassin du Rhône, nettement séparées et n'offrent aucun fossile commun.

M. d'Archiac communique la lettre suivante de M. de Rouville :

Note sur le gîte ossifère de Montredon (Hérault);
par M. Paul de Rouville.

Depuis longtemps déjà, les paléontologistes qui s'occupent plus spécialement des vertébrés connaissent et possèdent dans leurs collections des ossements de *Dinotherium* retirés d'une petite colline de l'Hérault, appelée Montredon, située à 19 kilomètres N. O. de Narbonne, entre la petite ville de Bize (Aude) à l'ouest et le village de Montouliers (Hérault) à l'est.

Depuis quelques années le nombre des visiteurs de ce gîte ossifère s'est accru, et je ne pourrais, sans risquer d'oublier quelques noms, prétendre à en dresser la liste complète; je signalerai cependant MM. Tournal de Narbonne, Matheron de Marseille, Jourdan de Lyon. Dans une correspondance toute récente échangée

dans un de nos journaux du Midi entre M. Tournal et un jeune ingénieur civil, M. Payras, à l'occasion du même gîte, il a été établi par le premier que la découverte en datait déjà d'une vingtaine d'années, qu'elle est due à feu M. Narbonne, de Bize, directeur des mines de la Caunette, et que la détermination du *Dinotherium* avait été faite par M. Jourdan, avec celle d'un autre vertébré désigné par lui, sans description ultérieure, sous le nom de *Mesocœrus maximus*. M. Paul Gervais n'ignorait pas non plus l'existence de ces débris.

Malgré leur dissémination dans une foule de mains compétentes et dans un certain nombre de nos collections publiques ou particulières, rien, à ma connaissance du moins, n'a été publié sur les conditions stratigraphiques du gîte en question ; mes travaux pour la carte géologique de l'Hérault m'ayant appelé durant ces vacances à ces confins de mon département, je crus devoir appeler d'une manière spéciale l'attention des géologues sur ce gisement, qui, se trouvant sur le sol communal de Montouliers, a été abandonné à notre Faculté des Sciences par l'intelligent maire de cette commune, M. Demarquer, pour qu'elle pût l'exploiter en toute liberté et dans les conditions les plus favorables.

Le monticule de Montredon constitue un piton détaché vers le nord d'un massif connu dans le pays sous le nom de *Pech*, qui forme par ses revers abrupts et son altitude de 200 mètres en moyenne une sorte de muraille bordant au N. O. la plaine de Narbonne sur une longueur de plus de 4 kilomètres ; ce massif s'abaisse insensiblement vers son extrémité sud ; du côté opposé, il descend dans la plaine par trois terrasses successives ; la plus haute, légèrement arrondie au sommet, porte un signal trigonométrique à la cote de 211 mètres ; la seconde, à faces plus abruptes, a une hauteur de 108 mètres ; enfin la plus basse, que traverse le chemin d'Argéliez à Montouliers, mesure la hauteur d'environ 60 mètres ; ces deux dernières constituent un appendice avancé en forme de cap dans la plaine, dirigée de l'est à l'ouest, qui a reçu le nom local *de la Gasque*.

La butte de Montredon appartient à la terrasse supérieure et n'en a été séparée que par les érosions ; la composition minéralogique de tout le massif en question explique ces formes orographiques.

C'est une succession de marnes et de calcaires de formation lacustre : marnes de diverses couleurs, roses, rouges et blanches, celles-ci dominant dans la partie supérieure, calcaire le plus généralement marneux, quelquefois siliceux dans toute l'épaisseur des

groupes tout à fait compactes, en couches bien réglées et se délitant en plaquettes à la partie supérieure. Cette composition se présente très-clairement aux yeux de l'observateur à l'extrémité nord du Pech, du côté de Montouliers et d'Argéliez ; elle répond tout à fait, comme facies pétrographique, au type de la formation lacustre de Narbonne et de Sijean, dont la différence si accusée avec celui des grès de Carcassonne ressort si nettement des descriptions de M. d'Archiac, dans son beau travail sur les Corbières. L'échancrure qui sépare Montredon du signal permet de constater et d'aborder avec une grande facilité les assises successives qui la composent.

En voici le détail de haut en bas avec l'appréciation approximative de l'épaisseur des couches.

Calcaire supérieur blond, nuancé de blanc, à cassure vitreuse, avec petites géodes de spath cristallisé. . .	4 ^m ,50
Marne blanche.	4 ^m ,60
Calcaire gris clair, nuancé de blanc, rempli de cavités; il s'épaissit vers Montouliers et forme de ce côté un escarpement de 3 ^m ,50 d'épaisseur.	4 ^m ,00
Alternance de marnes friables et de marnes dures. .	42 ^m ,00
Calcaire caverneux avec Hélix.	2 ^m ,00
Alternance de marnes blanches et de marnolites concrétionnées, avec cavités nombreuses, riches en Hélix et contenant une couche de marne brune avec empreintes de végétaux et veines de lignite, où s'est trouvé le premier ossement découvert par feu M. Narbonne.	8 ^m ,00
Marnes brunes à détritits de végétaux, contenant les ossements du <i>Dinotherium</i>	3 ^m ,00
Marnolite blanche, jaunâtre à la surface.	2 ^m ,00
Marne brune à détritits de végétaux.	0 ^m ,40
Marnolite blanche.	5 ^m ,00
Marne brune.	4 ^m ,80
Marnes blanches.	20 ^m ,00
Marnes jaunes.	3 ^m ,50
Calcaire formant le sol de la première terrasse et le toit de la seconde.	4 ^m ,50

Cette coupe détaillée se termine au sol de la seconde terrasse ; celle-ci et la troisième ne présentent que des couches calcaréo-marneuses blanches ou rouges ; elles descendent au niveau de la plaine et vont constituer à quelque distance, à l'est, le relief qui s'élève au-dessous de la petite ville de Quarante, autour de l'étang du même nom. Le temps ne m'a pas permis de les suivre dans

cette direction et de réunir les matériaux d'un raccordement avec les couches de Narbonne et de Sijean ; je n'ai pu constater que leur relation avec le système des couches de grès, dits grès de Carcassonne.

Ces relations, le ruisseau de la Miaille qui longe le Pech sur le revers nord, les met parfaitement à jour ; il montre, en contact avec notre massif, des couches à lignite que les observations inédites de feu M. Narbonne établissent comme étant le prolongement de celles de la Caunette ; elles consistent en un grès dur, fin, tenace, de couleur terne, présentant quelquefois la particularité d'affecter deux couleurs et de rappeler alors d'une manière frappante nos couches néocomiennes inférieures ; ce grès supporte un ensemble de calcaires et de marnes fissiles pénétrées de coquilles lacustres écrasées et enveloppant la couche de lignites ; il est à son tour recouvert par une série de couches de marnes violacées et de grès que leur texture grossière, leur couleur roussâtre, la disposition par bandes de leurs éléments de grosseur variable, font reconnaître au premier coup d'œil pour la série des grès de Carcassonne.

Cet ensemble de couches, y compris les marnes à lignites, est nettement relevé, plongeant sous une inclinaison de 50° en moyenne vers le nord et offrant dans le thalweg des ruptures et des inclinaisons en sens inverse, dénotant les effets d'une dislocation qui aurait profondément affecté tout le système ; on peut remonter le ruisseau sur une corniche de ces grès grossiers dont quelques-uns atteignent même la verticale ; on atteint ainsi, et sans quitter la couche, le col de *Chambert*, qui sépare le versant de Bize de celui de Montouliers.

Ce col a cela de remarquable, qu'il présente la superposition immédiate des marnes et calcaires du Pech en stratification parfaitement horizontale sur les lignites et les grès relevés et disloqués dans le sens indiqué ; les érosions et les alluvions de la plaine dérobent ce contact plus à l'est vers Montouliers ; le long du ruisseau de la Miaille et du côté de Bize, au point où le Pech s'abaisse vers la colline où s'exploitent les lignites de Cabezac, les relations sont plus confuses, les calcaires supérieurs du Pech ayant glissé et pris différentes inclinaisons, toutes anormales ; mais au col susdit la discordance est d'une netteté saisissante ; c'est un exemple-type de ce genre de relations géognostiques ; les marnes blanches débordent en ce point sur les grès au delà des couches à lignites qui s'y dérobent aux yeux pour ne présenter des traces

probables de leur prolongement que dans la plaine d'Ouveillan, vers le pont d'Argéliez.

J'omets, à dessein, bien des détails pétrographiques qui ont leur intérêt, mais d'un ordre inférieur. Je ne parle ni d'une éruption ferrugineuse toute locale en cet endroit, au milieu des grès et dans les couches de lignites, ni des rapports de la grotte de Bize avec ces mêmes grès; je n'ajoute plus qu'un mot relatif à l'âge de ces divers systèmes; il me conduira à énoncer le second but de cette note, dont le premier était d'enregistrer officiellement ce fait de discordance.

La continuité et le caractère pétrographique des couches permet d'affirmer que nous avons affaire sur le revers nord du Pech à l'horizon des couches de la Caunette et des grès de Carcassonne; ce serait donc, conformément aux résultats de l'analyse stratigraphique à laquelle M. Matheron, sur les traces de M. Paul Gervais, vient de soumettre nos formations lacustres méridionales, le système à Lophiodon ou le représentant du calcaire grossier et du grès de Beauchamp qui se trouverait disloqué; d'autre part, le *Dinotherium* établit péremptoirement l'âge miocène du Pech; nous aurions donc ici simplement un exemple nouveau de discordance entre le terrain tertiaire inférieur et le terrain tertiaire moyen à ajouter à ceux que M. Leymerie a déjà publiés; mais il reste une question dont la solution offrirait un plus grand intérêt: c'est celle de savoir si les deux terrasses inférieures appartiennent, elles aussi, au terrain tertiaire moyen; que si des raisons paléontologiques devaient les détacher de la terrasse supérieure pour les rapporter à l'horizon paléothérien, nous nous trouverions en face d'une discordance bien accusée et plus rarement constatée entre le calcaire grossier et le gypse de Paris; c'est ce que des observations ultérieures, que la présente note a pour second objet de provoquer, nous montreront dans la suite.

M. Payras dépose sur le bureau un grand nombre de dents de *Dinotherium* et quelques autres fossiles qu'il a découverts dans le département de l'Hérault.

Il fait sur cette découverte la communication suivante :

Note sur les recherches faites dans les collines de Montredon près de Montouliers (Hérault); par M. L. Payras, ingénieur des arts et manufactures.

Le 27 août 1865, un simple travailleur d'Argeliers (Aude) remontait le versant sud de Montredon et se mettait à fouiller en un endroit où la terre était noire; son but était d'utiliser cette terre comme engrais. Après quelques coups de pioche, il découvrait la mâchoire du *Dinotherium giganteum*, laquelle affleurait presque à la surface du sol. Prenant la mâchoire pour un tronc d'arbre et les dents pour des pétrifications, il frappe à coups redoublés et mutile un grand nombre de dents.

Le soir, on m'informe de cette découverte; on me présente une dent qui, par bonheur, avait échappé à la destruction. J'ai immédiatement ordonné des fouilles qui m'ont donné de fort beaux résultats. Dès les premiers jours, je possédais un grand nombre de dents, et, sans nul doute, j'avais la dentition de plusieurs animaux. J'ai, en effet, plus de cinquante dents admirablement conservées et pour la plupart, au moins, aussi grosses que celles du grand crâne d'Eppelsheim, découvert par M. Kaup en 1836. On remarque une série de dents à trois collines, de plus en plus petites, ce qui porte à croire que plusieurs animaux congénères ont été ensevelis en cet endroit.

J'ai recueilli plusieurs fragments des défenses; deux d'entre-elles sont presque complètes. On distingue fort bien l'extrémité qui est polie et vitreuse; je n'ai pu retirer que deux portions de mâchoire avec des dents adhérentes. Enfin, j'ai obtenu un énorme fragment de l'humérus très-bien conservé, une rotule, un calcaneum, beaucoup de fragments de l'omoplate et du bassin et plusieurs petits ossements que je n'ai pas su déterminer, n'ayant pas de terme de comparaison.

Outre le *Dinotherium giganteum* et ses congénères, ces fouilles m'ont fait découvrir plusieurs molaires et trois incisives d'un *Hipparion*. Il est probable que c'est l'*Hipparion prostylum* que M. Paul Gervais signale dans les marnes fluviatiles de Cucuron (Vaucluse), et que l'on retrouve en Espagne, à Concul, près de Téruel. Enfin, j'ai trouvé, associé à ces deux espèces, un *Rhinoceros* dont je ne peux offrir qu'une dent. Elle appartient aux molaires supérieures et présente quelque ressemblance avec celles du *Rhinoceros Schleiermacheri*.

La gangue de ces fossiles est une terre noire, très-meuble, ex-

cellente comme engrais, vu la quantité de matières organiques décomposées qu'elle renferme. Cette terre noire est limitée de tous côtés par des marnes. Nous l'avons rencontrée jusqu'à 3 mètres de profondeur, ainsi que de nombreux débris d'ossements qui étaient dans un état fort avancé de décomposition. Nous allions pousser plus profondément, sans une *interdiction* du maire de Moutouliers, qui s'est opposé à nos excavations, alléguant que le terrain dans lequel nous travaillions était communal.

Ce gisement considérable se trouve à une altitude de 100 mètres environ, dans un terrain depuis longtemps abandonné. Voici la coupe du mont Redon qui forme un mamelon isolé. On trouve en allant de haut en bas :

- 1° Une crête composée de bancs calcaires, compactes, sans fossiles. Leur épaisseur est de 2^m,50 à 3 mètres.
- 2° Des calcaires argileux, jaunâtres, schistoïdes à la surface, contenant des débris de lignite et des coquilles du genre *Helix*. Ces calcaires argileux, de même que les précédents, sont inclinés de 40° environ de l'est à l'ouest.
- 3° Une couche de calcaire de 50 centimètres environ. Il est blanc, sans fossiles et forme le toit du gisement que nous avons exploité.
- 4° Marnes argileuses entourant la terre noire qui renfermait les fossiles. Épaisseur. 60 centimètres.
- 5° Lignites très-noirs, onctueux au moment de l'extraction. Ils durcissent au contact de l'air et se polissent par le frottement de l'ongle. L'épaisseur ne dépasse pas. . . . 4 centimètres.
- 6° Marnes de couleur gris clair en tous points semblables aux précédentes.
- 7° Lignites : même épaisseur que ci-dessus.
- 8° Couche de marnes jusqu'à 3 mètres de profondeur. Il ne m'a pas été permis de creuser plus profondément.

Il faut bien remarquer que tous les bancs dont je viens de parler sont en stratification concordante inclinés de l'est à l'ouest; c'est, du reste, la stratification et l'inclinaison que l'on retrouve sur tous les mamelons qui entourent le mont Redon et qui appartiennent très-probablement à la même formation.

J'ai recueilli plusieurs os engagés dans ces marnes et mis à nu par les eaux.

Dès le premier jour, j'ai signalé ce dépôt lacustre à M. Paul de Rouville. Il a répondu à mon appel par deux visites faites au mont Redon, ce qui lui a permis de faire l'étude de cette formation, que je crois devoir placer dans le terrain miocène supérieur.

Ma note achevée, M. Matheron, que j'avais informé de mes travaux, a l'obligeance de me donner les renseignements suivants :

« J'ai trouvé au mont Redon, près de Montouliers (Hérault), quelques dents de l'*Hipparion prostylum* (Gervais) et des fragments bien caractérisés du *Dinotherium giganteum*. La présence de ces deux animaux dans un dépôt qui est immédiatement superposé à ce qu'on a si malheureusement appelé *mollasse* coquillière, dans les mêmes conditions qu'à Cucuron, démontre que les deux dépôts sont contemporains. »

M. Michelot présente le travail suivant de M. Jourdy :

Étude de l'étage séquanien aux environs de Dôle (Jura) ;
par M. E. Jourdy.

I. *Introduction.* — Tous les géologues qui ont étudié le Jura ont dû diviser le terrain jurassique en un certain nombre de groupes ou étages. On a d'abord essayé d'appliquer les classifications anglaises et de synchroniser à première vue, sans s'occuper beaucoup de rechercher si ces divisions étaient appropriées aux localités. Depuis quelque temps on s'occupe plutôt de chercher des groupes naturels dans chaque localité; les données immédiates de l'observation sont ensuite comparées entre elles dans les différents bassins géologiques.

Un des groupes ainsi formés, celui dont je vais m'occuper, a reçu de M. Marcou le nom de *séquanien*. Thurmann et Etallon, dans leur *Description du Haut-Jura*, l'ont décrit sous le nom d'*astartien*; je préfère le nom de M. Marcou, parce qu'il n'a pas l'inconvénient de caractériser un ensemble de couches par le nom d'un fossile qui peut ne pas s'y montrer.

L'étage séquanien ne paraît pas convenir seulement en Franche-Comté; plusieurs géologues français et étrangers ne craignent pas de s'en servir.

Cet étage comprend des massifs calcaires et marneux placés entre deux groupes bien caractérisés, les étages corallien et kimméridgien, dans lesquels on l'a jeté alternativement, en se refusant dans beaucoup de localités à en faire quelque chose de distinct.

L'étude de ce terrain, aux environs de Dôle, a pour but de montrer son indépendance et d'établir ainsi une période de transition entre le règne des zoophytes (corallien) et celui des acéphales (kimméridgien). La faune alternativement vaseuse ou coralligène

présente quelquefois un mélange de ces deux facies. Je n'ai pas entrepris, je le fais bien remarquer, de conclure plus que je ne puis démontrer; je ne demande pas l'établissement de l'étage séquanien d'une manière générale, mais seulement pour notre Jura, qui forme un massif bien distinct.

Cette étude aura encore un autre but utile, celui de déterminer la véritable position des calcaires de Saint-Ylie, qui commencent à être fort répandus, et sur lesquels on s'est généralement trompé.

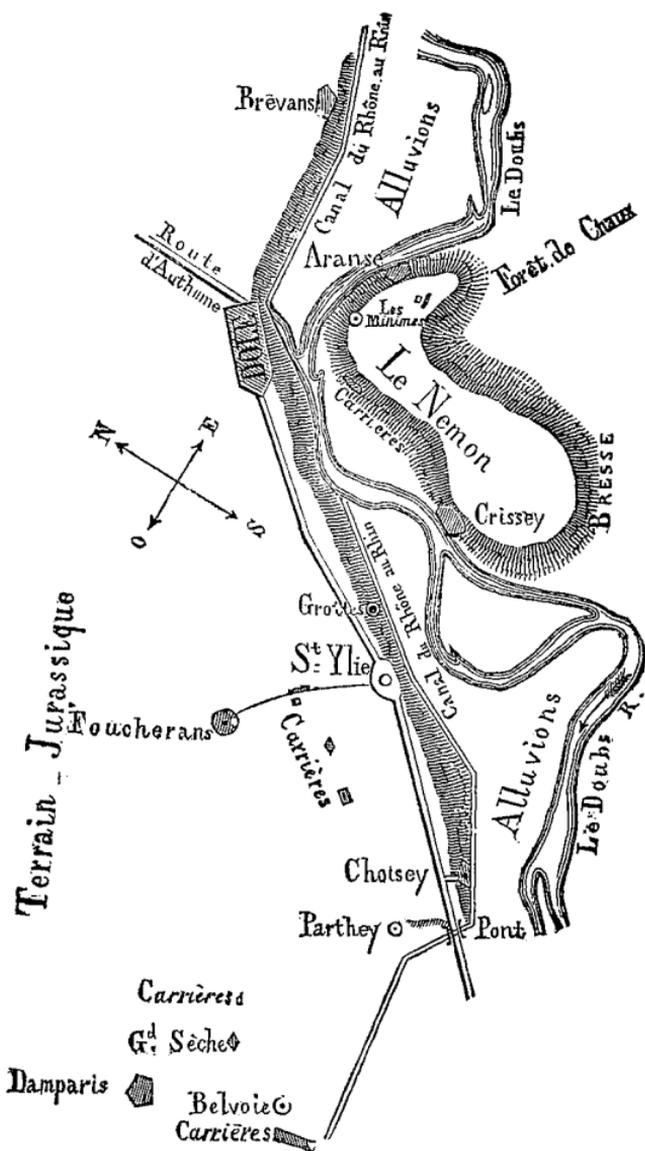
L'appui aussi savant que désintéressé de M. Perron de Gray m'a été fort utile dans mon travail; je me plais à reconnaître ici les services que ce géologue m'a rendus.

II. *Étendue du terrain aux environs de Dôle.* — Aux environs de Dôle, le séquanien recouvre le corallien à l'est et à l'ouest, c'est-à-dire du côté de Damparis et de celui de Brévans; la première bande s'étend sur Saint-Ylie, Foucherans, Choisey, Damparis et Belvoie; un grand nombre de carrières permet d'en avoir une coupe complète. Le terrain jurassique se termine brusquement vers la Bresse par une falaise qui s'étend parallèlement au canal du Rhône au Rhin, de Choisey à Dôle; on peut suivre, le long de cette falaise, l'ensemble des couches coralliennes et séquaniennes dans tout leur développement; de nombreuses failles rendent cette coupe intéressante.

La seconde bande s'étend de Dôle à Brévans; le prolongement de la falaise, le long du canal, permet de voir la superposition du corallien, mais d'une manière moins nette. Le corallien forme, par un déchirement, une voûte dont le sommet est à la hauteur de Dôle, en portant le séquanien sur ses flancs à l'ouest et à l'est, tandis qu'au nord il est relevé et vient par une faille buter contre l'oolithe inférieure, comme on peut le voir sur la route d'Authume.

Une troisième bande constitue la colline du Némon, qui a la forme d'un croissant dont la convexité est tournée vers Dôle; la vallée du Doubs est formée par une faille produite dans l'ensemble du corallien et du séquanien; la concavité de cette colline est remplie par les dépôts de la Bresse, sur lesquels s'étend la forêt de Chaux.

Fig. 1. — Carte des environs de Dôle.



III. Description du terrain. — Étage corallien. — Avant de décrire complètement les couches séquanienues, je vais dire quelques mots de l'étage corallien sur lequel elles reposent. Je ne parlerai que de la coupe qu'on peut observer le long du canal, depuis le coude que forme le Doubs jusqu'à Saint-Ylie.

Le corallien commence par des marnes blanches se liant à l'oxfordien par des calcaires marneux blancs avec taches jaunes, reposant sur d'autres calcaires marneux d'un bleu foncé.

Les premiers fossiles qui apparaissent sont des Pernes, des Huîtres, la *Terebratula insignis*, la *Rhynchonella inconstans*; un peu plus haut se montre une faune riche en Échinides; on y remarque surtout l'*Echinus perlatus* et l'*Hemicidaris crenularis*; ces marnes peu épaisses contiennent à leur partie supérieure de minces bancs de calcaires marneux avec *Pecten*, poly-piers, baguettes de *Cidaris* et Ammonites. Ces calcaires deviennent bientôt très-épais; les couches marnieuses ont disparu, mais l'aspect du calcaire a changé en même temps; sa couleur est grise ou bleue; au lieu de s'enlever en moellons, il se débite en fragments angulaires.

Au-dessus de ce calcaire s'en trouve un autre plus dur, à cassure plane et plus large que le précédent, grenu, avec des bancs oolithiques; au contact de l'air, il passe du gris à une teinte presque bleue. Il renferme des fossiles, mais tellement empâtés qu'ils en sont méconnaissables; cependant, on peut apercevoir des sections nombreuses de Nérinées et de Dicéras. L'épaisseur totale du corallien peut s'élever à 35 mètres environ :

L'oolithe corallienne, qui termine cette coupe, s'observe très-bien à côté du chemin qui descend de Saint-Ylie au canal; mais on ne peut y voir le passage du corallien au séquanien.

Ce passage peut être vu dans des carrières sur le bord de la route qui conduit de Saint-Ylie à Foucherans.

Les calcaires que j'ai décrits en dernier lieu sont surmontés par un massif calcaire compacte très-épais; les oolithes, d'abord fines et nombreuses, deviennent plus grosses et plus dispersées, les fossiles plus petits et, en général, plus rares. Enfin,

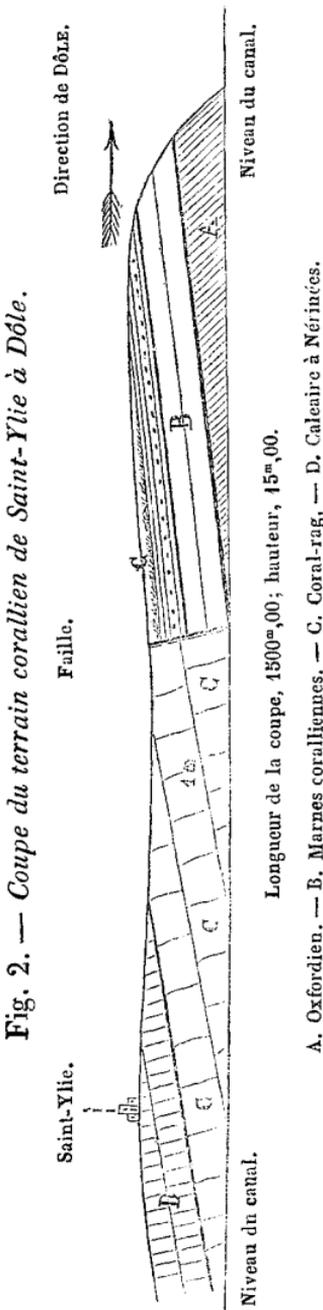


Fig. 2. — Coupe du terrain corallien de Saint-Ylie à Dôle.

tère minéralogique complet de ce massif est difficile à définir, car il varie suivant les niveaux.

La base se compose de calcaires compactes, jaunes et rarement bleus, pétris de fines oolithes, stratifiés en bancs de 1 mètre environ, alternant avec des calcaires schisteux de même couleur, de même pâte, et stratifiés en bancs minces. Les calcaires compactes contiennent, en général, peu de fossiles, parmi lesquels on reconnaît des Natices; quelques bancs, cependant, renferment des Nérinées, des polypiers roulés (1) et passés à l'état spathique. Les calcaires schisteux renferment une grande quantité de fossiles, parmi lesquels la *Lucina substriata* est très-abondante; ces fossiles n'ont pas leur test, excepté ceux qui appartiennent aux genres *Pecten*, *Lima*, *Terebratula*, *Ostrea*, ainsi que les oursins.

Les acéphales abondent dans les calcaires schisteux, mais dans les calcaires compactes on trouve plusieurs bancs contenant une multitude de fossiles microscopiques, parmi lesquels abondent les gastéropodes; cette faune de petits fossiles se confondrait facilement avec une faune de l'oolithe corallienne.

Tel est le caractère général des bancs qui reposent sur le premier sous-groupe. Les calcaires schisteux, rares à la partie inférieure, dominent un peu plus haut et comprennent quelques minces bancs d'un calcaire gris et bleu, grenu, rempli de paillettes spathiques, à cassure plane, ne renfermant que quelques Térébratules; ces calcaires deviennent ensuite plus épais; ils forment, à Saint-Ylie, un massif de 15 mètres d'épaisseur environ, dont quelques bancs s'enlèvent en larges dalles; mais, dans cette localité, la surface supérieure de ces calcaires est usée, corrodée, et porte, attachées à sa paroi, les Huîtres appartenant à la couche marneuse supérieure, qui fait partie du troisième sous-groupe. A la Grange-Sèche, même particularité, mais on voit des calcaires jaunes oolithiques au-dessus des calcaires grenus. Ce n'est qu'au Némon qu'on peut observer le passage régulier entre les deux sous-groupes; là, les derniers bancs du second sous-groupe sont un peu jaunes, presque blancs, peu oolithiques et ne renferment que quelques polypiers gigantesques.

L'épaisseur totale de tout l'ensemble est d'environ 30 mètres, en réunissant les différentes couches que l'on trouve dans diverses localités aux environs de Dôle.

(1) Parmi ces fossiles roulés, on en rencontre beaucoup de l'étage corallien; quelques-uns portent des Serpules ou des Lithodomes adhérents, ce qui indique un remaniement du corallien.

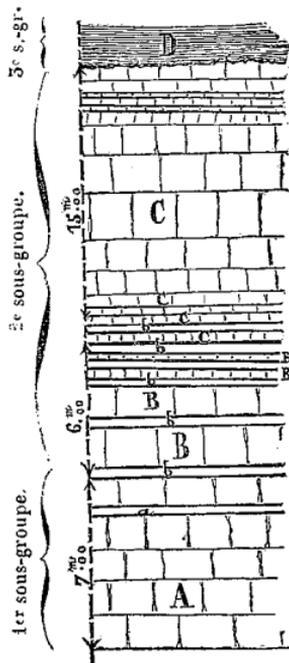
Les fossiles ne se trouvent guère qu'à la base; cependant, la *Terebratula humeralis* (1) monte jusque dans les calcaires grenus. Les fossiles que j'ai rencontrés sont, en exceptant la faune microscopique, composée d'espèces toutes nouvelles :

<i>Chemnitzia Danae</i> , d'Orb.	<i>Anatina insignis</i> , Contej.
<i>Nerinea Bruchneri</i> , id.	<i>Cyprina tenuirostris</i> , Et.
<i>Natica dubia</i> , Rœm.	<i>Astarte supracorallina</i> , d'Orb.
— <i>turbiniformis</i> , id.	<i>Cardium suprajurense</i> , Contej.
— <i>Eudora</i> , d'Orb.	<i>Lucina substriata</i> , Rœm.
— <i>semiglobosa</i> , Et.	<i>Mytilus subœquiplicatus</i> , Goldf.
— <i>pugillum</i> ? Th.	— <i>trapeza</i> , Contej.
— <i>grandis</i> , Mü.	<i>Pecten astartinus</i> , Et.
— <i>amœna</i> , Th.	— <i>Beaumontianus</i> , Buv.
<i>Melania Renaud-Ceruti</i> , Th.	<i>Terebratula humeralis</i> , Rœm.
— <i>striata</i> ? Sow.	<i>Ostrea nana</i> , Sow.
<i>Pterocera</i> , indéterminés.	<i>Pygurus Blumenbachii</i> , Ag.
<i>Pleuromya Jurassi</i> , Et.	<i>Cidaris baculifera</i> , Ag.
<i>Pholadomya complanata</i> , Rœm	<i>Echinobrissus major</i> , d'Orb.

J'ai dit que la discordance séparait nettement le séquanien du corallien; or, le changement d'étage devient évident à la vue des fossiles contenus dans la première faune séquanienne. Les Néri-nées et les Cidaris ont à peu près disparu, et les acéphales sont les fossiles les plus nombreux, bien que le nombre de leurs espèces ne soit pas bien supérieur à celui des gastéropodes; mais ces derniers appartiennent presque tous au genre *Natice*, dont les espèces sont plus ou moins rigoureuses dans le jurassique supérieur. Les calcaires schisteux formant la base fossilifère du second sous-groupe contiennent donc des acéphales en majorité; cependant, quelques couches compactes rappellent le facies et la faune coralligènes; les acéphales, les zoophytes et les gastéropodes offrent, dans les couches séquaniennes, un mélange fort curieux que nous verrons se reproduire plus haut dans la série des couches.

(1) J'ai comparé cette Térébratule, si abondante dans tout le séquanien, avec les échantillons types d'Étallon dans la collection de M. Perron, de Gray. D'après Étallon, cette espèce serait celle que Rœmer avait nommée d'abord *Terebratula carinata*, après l'avoir appelée *T. humeralis*; je lui ai conservé son premier nom.

Fig. 4. — Coupe de l'ensemble des deux sous-groupes inférieurs à Saint-Ylie.



- D — Marne blanche.
 C — Calcaire grenu, gris, à cassure plane.
 b — Calcaire schisteux, jaune, oolithique.
 B — Calcaire compacte, jaune, oolithique.
 a — Marnes sableuses.
 A — Calcaires compactes.

3^e sous-groupe. — Le second sous-groupe est surmonté d'une assise marneuse qui constitue un horizon bien reconnaissable. Ces marnes, blanches, grasses, contiennent des lumachelles de *Pecten*, de *Terebratula* et d'*Ostrea*. A Choisey, à Saint-Ylie, à la Grange-Sèche, cette couche est peu épaisse et contient des fossiles souvent encroûtés de carbonate de chaux; elle repose sur les calcaires inférieurs, les Huîtres étant fixées sur la paroi calcaire. Pour observer la superposition naturelle des marnes aux calcaires, il faut voir une coupe du Némon, parallèle au Doubs. Le passage des deux sous-groupes s'effectue par une alternance de marnes sableuses, avec des calcaires marneux, ayant les uns et les autres quelques centimètres d'épaisseur; les marnes, vers le milieu, deviennent plus épaisses, les calcaires plus oolithiques; on voit alors sur les surfaces de séparation des lits calcaires et des lits marneux, des plaquettes contenant des petits fossiles roulés, appartenant probablement aux genres *Astarte* et *Corbis*.

Au Némon, les fossiles sont assez peu abondants, mais à Saint-Ylie, on trouve une énorme quantité de grandes Huitres accolées, de *Pecten Beaumontanus* et *Astartinus*; ces fossiles se trouvent tantôt dans un très-bel état de conservation, tantôt sont complètement encroûtés de carbonate de chaux.

L'épaisseur de ces marnes est d'environ 10 mètres. Elles se continuent par des marnes grasses, blanches, passant aux calcaires marneux, comme on peut le voir à Saint-Ylie et à Belvoie; au Némon, ces calcaires marneux sont bleus, et dans certaines parties présentent un facies presque oxfordien. Ils contiennent souvent beaucoup de fossiles qui se rapprochent plutôt de ceux du second sous-groupe que de ceux du troisième. L'épaisseur totale de ces calcaires est de 5 ou 6 mètres environ.

Fossiles principaux :

Natica turbiniiformis, Rœm.
Patella Humbertina ? Buv.
 — Inédite.
Melania striata ? Sow.
Pholadomya complanata, Rœm.
Cyprina tenuirostris, Et.
Mytilus subpectinatus ? d'Orb.
Lithodomus.
Trigonia, espèces inédites.
Lima astartina, Th.
 — *semipunctata*, d'Orb.
Pecten astartinus, Et.
 — *Beaumontanus*, Buv.
 — *Grenieri* ? Contej.
Anatina sinuata ?
Astarte, indéterminée.

Corbis, indéterminé.
Ceromya, indéterminée.
Avicula plana, Th.
Terebratula humeralis, Rœm.
 — Inédite.
Ostrea cotyledon ? Contej.
 — *auriformis*, id.
 — *monsbeliardensis*, id.
 — *multiformis*, K.-D.
 — *nana*, Sow.
 — *dubiensis*, Contej.
Hemicidaridaris Gagnebini, Des.
 — *stramonium*, id.
Cidaridaris baculifera, Ag.
Apiocrinus Meriani ? Des.
 Autres Échinides inédits.

Dans la plus grande partie des environs de Dôle il y a eu un mouvement du sol, car les lumachelles marneuses du troisième sous-groupe reposent sur les surfaces usées et corrodées de certains bancs du second sous-groupe; au Némon on peut voir, vers Azaus, des fossiles usés sur les bancs grenus, tandis que vers Croisey les bancs calcaires se succèdent régulièrement; si on prend dans cet endroit une coupe parallèle au Doubs, l'ordre de succession se présente de la manière suivante :

1 ^o Calcaires supérieurs du 2 ^e sous groupe.	3 ^m ,00
2 ^o Marnes jaunes sableuses, avec quelques fossiles. . .	0 ^m ,20
3 ^o Calcaire marneux, sans fossiles.	0 ^m ,30
4 ^o Marnes grises se délitant en fragments anguleux. .	0 ^m ,40

5° Calcaire compacte gris.	0 ^m ,50
6° Même calcaire stratifié en petits bancs.	0 ^m ,80
7° Marnes blanches, grasses, sans fossiles.	4 ^m ,00
8° Calcaire marneux blanc.	0 ^m ,60
9° Calcaire bleu, oolithique, avec débris d'Astartes.	0 ^m ,50
10° Calcaire schisteux, jaune, oolithique, avec Térébra- tales et Astartes.	0 ^m ,30
11° Marnes blanches qui renferment mêmes fossiles, avec plaquettes calcaires pétries de débris de fossiles.	4 ^m ,00

On voit donc comme la transition entre le sous-groupe calcaire et le sous-groupe marneux est bien ménagée. Cependant, le facies général de chacun d'eux est évidemment distinct; quant aux faunules, quoique ayant beaucoup d'espèces communes, les espèces caractéristiques sont différentes; on peut remarquer combien est naturel le lien qui unit toutes les couches; aux limites des calcaires, les marnes se fondent d'une manière presque insensible par des calcaires marneux, alternant avec des marnes. Ce fait, que nous verrons encore se produire plus loin, établit bien la continuité des couches séquanienues, malgré l'oscillation qui a eu lieu au milieu de leur dépôt.

4^e sous-groupe. — Arrivons au quatrième sous-groupe, qui est, aux environs de Dôle, le troisième massif calcaire. On peut très-bien l'observer aux carrières de Belvoie, auprès du canal, à Parthey ou à Choisey. C'est de ce calcaire qu'on tire, à Belvoie, une pierre très-renommée par sa dureté et par le beau poli qu'elle peut prendre; on l'emploie beaucoup, depuis quelque temps, dans le Jura occidental; on l'a utilisée aussi à Paris, où on la connaît sous le nom de pierre de Saint-Ylie; la fontaine Saint-Michel, les margelles de plusieurs ponts, sont construites avec des matériaux sortis des carrières de Belvoie.

Ce calcaire est compacte, à cassure conchoïde, quelquefois blanc, avec de grosses oolithes irrégulières, composées de couches concentriques brunes, souvent jaunes, avec de petites oolithes sphériques et des empreintes dendroïdes sur les surfaces de séparation des lits.

Un grand nombre de bancs contient beaucoup de Nérinées passées à l'état spathique, complètement empâtées dans la roche et de grand polypiers dont les cloisons sont tapissées de cristaux. Leur épaisseur est d'environ 6 mètres.

L'aspect de ce calcaire l'a fait confondre quelquefois avec le calcaire à Nérinées, de l'étage corallien; mais on aurait tort de

conclure sur un échantillon la position d'une couche sans s'assurer du niveau de celles qui sont au-dessous d'elle. Non-seulement cet aspect coralligène se trouve dans d'autres couches séquanienues au sommet du second massif, mais dans les couches portlandiennes des environs de Salins (Jura) on trouve des bancs complètement analogues à ceux de Belvoie.

J'ai recueilli peu de fossiles de cette couche, à cause de la difficulté qu'on éprouve à s'en procurer.

Chemnitzia Danae, d'Orb.

Nerinea sexcostata ? id.

— *Gosæ*, Rœm.

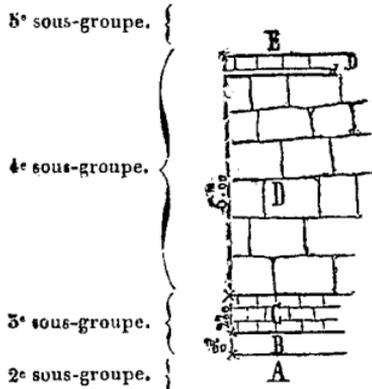
Astarte submultistriata, d'Orb.

Terebratula humeralis, Rœm.

Ostrea cotyledon, Contej.

Stylina.

Fig. 5. — Coupe de l'ensemble du troisième et du quatrième sous-groupes à Belvoie.



E — Marne blanche.

D' — Calcaire oolithique.

d — Marnes oolithiques, avec empreintes dendriformes.

D — Calcaire compacte.

C — Calcaire marneux.

B — Lumachelle marneuse.

A — Calcaire oolithique jaune.

5^e Sous-groupe. — Le cinquième sous-groupe comprend deux couches marneuses blanches, contenant à leur milieu une alternance de calcaires compactes jaunes oolithiques et de calcaires schisto-marneux de même aspect ; quelquefois on voit aussi, intercalés dans ces marnes, des calcaires gris, grenus.

Au Némon, à Brevans, la couche marneuse est rudimentaire ; à Choisey, au contraire, les calcaires intermédiaires sont très-peu épais. C'est surtout à Belvoie que la coupe est bien complète.

La marne blanche inférieure y contient des fossiles qui ne se retrouvent pas dans les autres couches séquanienues, par exemple,

l'*Ostrea spiralis*, la *Gresslya orbicularis*? et deux autres espèces de Céromyes; on se croirait dans une faune tout autre si l'*Ostrea dubiensis* et la *Terebratula humeralis* ne venaient rappeler le séquanien. Cette couche marneuse si curieuse a 1 mètre d'épaisseur environ.

Elle est surmontée par des calcaires stratifiés en bancs minces, séparés par des couches schisto-marneuses présentant l'aspect des bancs inférieurs du second sous-groupe; les fossiles eux-mêmes présentent cette particularité; cependant d'autres espèces s'y montrent qui ne se trouvaient pas à l'apparition de la faune séquanienne. Ces couches ont environ 6 mètres d'épaisseur.

A cette hauteur, ils deviennent moins oolithiques; les marnes, d'abord moins jaunes, finissent par devenir complètement blanches, grasses, et par dominer sans contenir de calcaire; mais elles n'offrent plus de fossiles.

Au Némon, les calcaires intercalés ont pris un plus grand développement. Je n'ai pas encore pu, aux environs de Dôle, trouver entièrement la partie supérieure de ce massif qui y constitue les parties supérieures du séquanien.

FOSSILES PRINCIPAUX.

Poisson, dent.

Nautilus giganteus, d'Orb.*Natica Eudora*? id.*Pholudomya complanata*, Rœm.*Gresslya orbicularis*? Et.

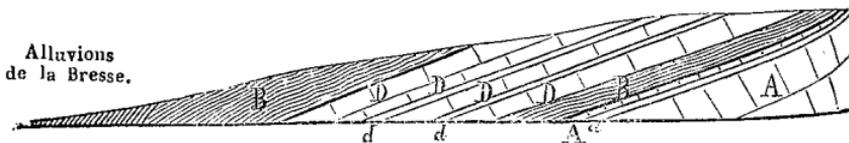
Deux autres espèces.

Cardium fontanum, Et.*Lucina substriata*, Rœm.*Anatina insignis*, Contej.*Lima*, inédite.*Terebratula humeralis*, Rœm.*Pecten astartinus*, Et.*Ostrea nana*, Sow.— *dubiensis*, Contej.— *spiralis*, d'Orb.— *cotyledon*, Contej.

ÉCHINIDE.

Pseudodiadema neglectus, Des.*Acrosalenia angularis*, Des.

Fig. 6. — Coupe du cinquième sous-groupe à Belvoie, perpendiculairement au canal.

A — Calcaire du 4^e sous-groupe.

a — Marnes oolithiques.

B — Marne blanche. . . 1^aD — Calcaires jaunes intercalés, fossilifères. 7^aB' — Marne blanche. . . 2^a

}	D — Calcaires compacts, oolithiques.
	d — Calcaires schisteux, oolithiques.

J'ai parlé plus haut de la couche marneuse blanche du 5^e sous-groupe contenant l'*Ostrea spiralis*, en contact avec les calcaires inférieurs qui ont un facies presque corallien. Dans cette même marne, on trouve des *Ostrea dubiensis* s'écartant du type qu'elles présentent dans les couches moyennes du séquanien, et convergeant vers l'*Ostrea virgula*; j'en ai même recueilli qui ne diffèrent de l'*Ostrea virgula* que par l'absence de côtes rayonnantes, caractéristiques, comme on le sait, dans cette dernière espèce. Quant à l'*Ostrea virgula* elle-même, je n'ai pas pu la trouver dans le séquanien; cependant j'ai trouvé l'*Ostrea spiralis* qui l'accompagne souvent dans la Haute-Saône. Cette particularité de la convergence d'une espèce vers une autre du même genre aux deux limites d'un étage est de même ordre que celle qu'on peut observer dans les environs de Dôle même, entre quelques espèces du genre Ammonites, à la limite de l'oxfordien et du corallien.

Conclusions. — J'ai déjà eu l'occasion de parler de l'homogénéité de la faune séquanienne; ce sujet mérite d'être approfondi. Des premières couches fossilifères jusqu'aux dernières, la *Terebratulina humeralis* se trouve à tous les niveaux; les *Pecten Beaumontanus* ou *astartinus*, le *Pholadomya complanata*, caractérisent presque toutes les couches marneuses ou schisteuses; la *Cyprina tenuirostris* et la *Lucina substriata* se retrouvent dans toutes les couches schisteuses.

Ces caractères généraux se reproduisent dans des couches dont l'épaisseur totale est de 70 mètres environ. C'est peu comparativement à d'autres localités; mais on songera que c'est beaucoup aux environs de Dôle, car, à la limite de la Bresse et du terrain jurassique, les étages n'ont jamais une puissance plus grande.

Cette simplicité dans la faune caractéristique indique un ensemble de couches se succédant aussi régulièrement et formant une puissance aussi grande que dans n'importe quel autre étage (je fais bien remarquer que dans tout ceci je ne parle que des environs de Dôle).

Cette homogénéité dans la faune se retrouve dans le facies. Si on prend la succession de toutes les couches dans un ordre régulier, on ne voit aucun changement brusque; une oscillation du sol est le seul fait anormal qu'on pourrait invoquer; et, encore, avons-nous montré qu'il n'avait été que partiel; les dépôts des endroits demeurés tranquilles se lient parfaitement au massif inférieur.

Nous avons donc là un ensemble de couches déposées dans un

temps pendant lequel les mêmes conditions extérieures ont existé; c'est un étage distinct.

Je ferai suivre ces remarques d'une coupe que l'on peut suivre pas à pas, de Choisey à Saint-Ylie; c'est le prolongement de la falaise dont j'ai parlé au commencement de ce travail et qui nous a déjà montré la succession des couches coralliennes.

Longueur, 2500 mètres; hauteur maxima, 15 mètres.

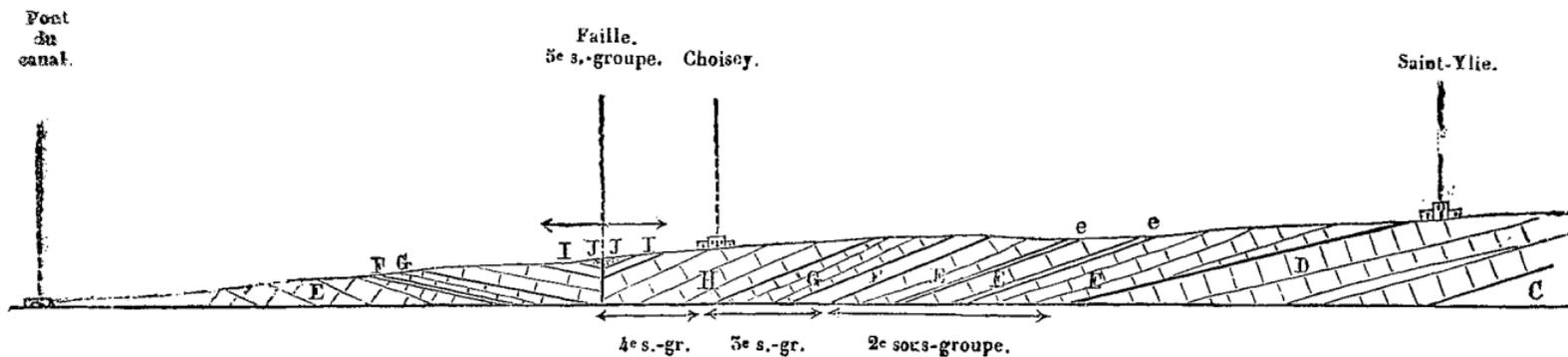
Une coupe plus complète dans les détails peut s'obtenir en se dirigeant de Saint-Ylie vers le pont du canal, en parcourant les carrières placées à droite de la route qui va de Dôle à Saint-Ylie, et qui passe sur le pont figuré dans la coupe ci-dessus. Mais cette coupe ne donnerait pas le 5^e sous-groupe qu'on retrouve dans une coupe allant de Damparis à Belvoie. Je ne reproduirai pas ces coupes, qui ont avec celle-ci beaucoup d'analogie.

L'étude des environs de Montbéliard par M. Contejan m'a beaucoup servi dans mon travail. Mon premier sous-groupe calcaire a beaucoup de caractères communs avec le calcaire à Astartes de M. Contejan et ressemble beaucoup aussi au calcaire à Astartes des géologues du Jura.

Le second massif a une analogie frappante avec le calcaire à Natices du même auteur; la faune et le facies ont un grand nombre de caractères communs. Le troisième sous-groupe a quelques points de ressemblance avec les marnes à Astartes des environs de Montbéliard. Les deux autres sous-groupes ne paraissent pas y avoir de représentants.

Je n'ai pas pris les dénominations de M. Contejan pour nommer mes sous-groupes, car les Natices sont nombreuses dans tout le jurassique supérieur et les espèces sont difficiles à reconnaître parce qu'elles n'ont presque jamais de test; les Astartes peuvent ne se montrer dans aucune couche. J'aime mieux ne faire aucune division systématique de détail, mais seulement tirer quelques lignes qui me paraissent les plus naturelles et qui pourront être utiles à ceux qui voudront voir le séquanien aux environs de Dôle.

Les fossiles du séquanien existent en grand nombre à la base du kimmérien de M. Contejan, mais ils s'éteignent tous à de certains niveaux; quelques-uns seulement assistent à l'apparition de l'*Ostrea virgula*. Je ne veux pas affirmer que la séparation du séquanien soit nécessaire aux environs de Montbéliard; j'ai seulement voulu montrer l'analogie de certaines couches des deux localités. Du reste, il serait bien possible qu'une division naturelle dans le Jura ne pût pas convenir dans des localités plus au nord. Je pense qu'il est bon de savoir comment des groupes distincts



C — Corni-rag.
 D — Oolithe corallienne.
 E — Calcaires oolithiques compacts.

e — Calcaire schisteux (à Natices).
 F — Lumachelle marneuse.
 G — Calcaire marneux, gris.

H — Calcaire compacte, avec Huîtres et Polypiers.
 I — Marnes blanches.
 J — Mince couche de calcaire grenu.

dans un pays se modifient dans les pays voisins. Ce point de vue un peu général de la géologie locale n'en est pas le moins intéressant.

Dans le pays de Porrentruy, l'ouvrage de Thurmann, terminé par Étallon, établit l'astartien, qui a certains points de ressemblance avec le séquanien ; cet ouvrage m'a beaucoup servi et m'a permis de déterminer presque tous mes fossiles ; j'en ai conservé un certain nombre que je crois nouveaux et que je me réserve de faire connaître plus tard.

A l'occasion de cette note survient une discussion sur l'âge des marbres de Sainte-Claude (Jura), de Bailly (Yonne), à laquelle prennent part MM. Marcou, Hébert et Michelot.

Séance du 18 décembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, 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.

BIMARD (Auguste), propriétaire, à Montpellier (Hérault), présenté par MM. P. Marès et Ed. Hébert ;

BIOCHE (Alphonse), à Paris, rue Taranne, 10, présenté par MM. Bayle et Deshayes ;

CHANTRE (Ernest), à Lyon, cours Morand, 31, présenté par MM. Edm. Pellat et Locard ;

FUCHS (Edmond), ingénieur des mines, à Paris, quai de Béthune, 18, présenté par MM. Daubrée et Gruner ;

ROMANOWSKY (Hennadius), lieutenant-colonel des ingénieurs des mines, à Saint-Pétersbourg, département des mines, présenté par MM. de Verneuil et Daubrée.

M. FRIGNET, ancien membre, rue Saint-Florentin, 4, à

Paris, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, novembre 1865.

De la part de M. G. Casaretto, *Discorso letto nella pubblica adunanza del 3 Luglio 1865 della Società economica di Chiavari*, in-8, 47 p., Chiavari, 1865; chez A. Argiroffo.

De la part de M. Alph. Favre, *Sur la structure en éventail du mont Blanc*, in-8, 6 p.; Genève, 1865.

De la part de M. H. Le Hon, *Histoire complète de la grande éruption du Vésuve de 1631*, in-8, 64 p., 1 carte; Bruxelles, 1865; chez M. Hayez.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, nov. 1865; in-8.

De la part de Sir Roderick I. Murchison, *Address to the geological section of the British Association*; Birmingham, 1865, in-8, 7 p.; Londres, 1865; in-8.

De la part de M. Ed. Bischoff, *Monuments de l'âge de pierre et de la période gallo-romaine*, in-8, 14 p., 2 pl.; Auch, 1865; chez Félix Foix.

De la part de A. Figari-Bey, *Studii scientifici sull'Egitto e sue adiacenze compresa la penisola dell'Arabia petrea*, in-8, 300 p.; Lucca, 1864; chez G. Giusti.

De la part de M. Alexis Perrey, *Note sur les tremblements de terre, en 1863, avec suppléments pour les années antérieures, de 1843 à 1862*, in-8, 213 p.; Bruxelles, 1865; chez M. Hayez.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 2^e sem., t. LXI, nos 23 et 24; in-4.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XII, 1865; *Revue bibliographique E*; in-8.

L'Institut, nos 1666 et 1667; 1865; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, sept., oct. et nov. 1865; in-8.

The Athenæum, n° 1998 et 1990; 1865; in-4.

Transactions of the geological Society of Glasgow, vol. II, part. I, 1865; in-8.

Revista minera, n° 373, 15 déc. 1865; in-8.

M. de Verneuil dépose sur le bureau le 2^e volume des *Transactions de la Société géologique de Glasgow* et le discours prononcé par M. Murchison à la section de géologie de l'Association britannique réunie à Birmingham; enfin un discours de M. G. Casaretto, président de la Société économique de Chiavari.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Renseignements sur la structure des Alpes dauphinoises;
par M. Th. Ébray.

En se plaçant sur un point élevé de la chaîne du Beaujolais, sur le mont Bauscièvre, par exemple, l'œil embrasse facilement la magnifique chaîne qui se déploie depuis le mont Blanc jusqu'au mont Pelvoux.

Du pied de ce piédestal relativement bas, cette succession de cimes apparaît dans toute sa splendeur, et certainement son aspect est bien plus majestueux dans ce cas qu'en la contemplant de plus près.

En avant de cette chaîne que la blancheur des glaciers paraît rendre plus saisissante encore, se remarque le sombre massif de la Chartreuse; élevé par rapport aux montagnes sur lesquelles nous nous sommes placés, il semble écrasé par le colosse des Alpes, mais il domine cependant les autres arêtes qui, semblables à une série de marches d'escalier, viennent mourir sur le bord du Rhône.

En consultant le géologue qui attribue aux effets des phénomènes volcaniques une importance exagérée, on aurait devant soi une série de systèmes de soulèvement dont l'âge serait facile à déterminer en comparant les alignements principaux à la direction des systèmes de montagnes établis par M. Élie de Beaumont.

Malheureusement cette méthode d'analyser la géologie d'un pays, méthode en effet très-commode et se résumant tout simplement en un triage mécanique, ne produit en général que des ré-

sultats détestables, douteux et souvent faux ; on peut assurer que beaucoup d'analyses établies sur ces bases resteront comme des efforts infructueux du génie de l'homme quand celui-ci abandonne le domaine des faits sérieusement établis.

Nous dirons en partie avec M. Zimmermann (*Le monde avant le déluge et la création de l'homme*, page 305) : L. de Buch et Alexandre de Humboldt ont frayé la route indiquée déjà par Werner ; les géologues français, anglais et suisses marchant sur leurs traces ont mis partout l'observation à la place de la théorie, les faits à la place des hypothèses : sous ce rapport, nous considérons comme un pas en arrière la théorie d'un savant, très-éminent d'ailleurs, M. Élie de Beaumont, qui veut ramener toutes les chaînes de montagnes à un certain nombre de grands cercles ; et avec M. Lory (*Description géologique du Dauphiné*, page 593), « Sans méconnaître la haute portée des savantes recherches de M. Élie de Beaumont, résumées dans sa notice sur les systèmes de montagnes, nous ne croyons pouvoir attacher à cette expression, « systèmes de soulèvement dans les Alpes », qu'un sens purement orographique, pour désigner l'ensemble des accidents, des redressements de couches, des dislocations de tout genre, coordonnés à une même direction moyenne peu variable. »

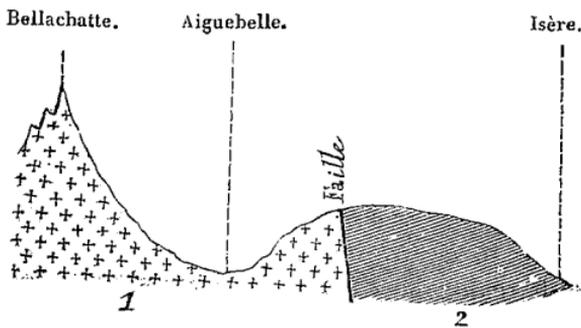
L'idée préconçue de ne voir dans les Alpes que des soulèvements et même des métamorphismes affectant le terrain jurassique a été surtout produite par une observation inexacte des inclinaisons des couches qui, comme nous le verrons bientôt, butent contre ces montagnes ; on trouve même dans la *Description géologique du Dauphiné* (page 172) les lignes suivantes : « Les couches du lias inclinées et souvent très-contournées se redressent toujours fortement sur le flanc des massifs cristallisés. » J'ai voulu me rendre compte moi-même de la réalité de ce fait, et j'ai remarqué qu'entre Aiguebelle et Uriage, c'est-à-dire entre les vallées de l'Arve et de la Romanche, il n'en était pas toujours ainsi ; le plus souvent j'ai vu les couches jurassiques buter horizontalement et même s'affaissant vers la chaîne principale.

Quand, en outre, on examine la jonction du lias et des roches anciennes, on voit clairement que cette jonction n'est pas celle qui résulte d'une véritable superposition, même discordante, mais bien celle qui se décèle dans une juxtaposition résultant d'une simple rupture. Cette rupture est le dernier terme d'un grand système de failles qui s'étend depuis la chaîne des Alpes jusqu'à la vallée du Rhône, se prolongeant, en outre, plus au N. sur les deux versants de la Saône, comme j'ai déjà commencé à le montrer

dans mon travail intitulé « Stratigraphie de l'arête jurassique de La Chassagne » (*Mémoires de la Société impériale d'agriculture de Lyon*, 1865). Nous allons nous occuper successivement des points principaux et facilement abordables de la chaîne comprise entre l'Arve et la Romanche.

Environs d'Aiguebelle. — L'inclinaison des couches liasiques s'observe fort bien dans les talus ravinés de la rive droite de l'Arve dont le cours est sensiblement perpendiculaire aux Alpes dauphinoises. Les couches s'affaissent sous un angle de 5 à 10 degrés vers les crêtes principales, et leur jonction avec les schistes talqueux s'observe à une faible distance en aval d'Aiguebelle.

Quand on suit cette jonction le long du versant gauche de la rivière, où sa nature peut être constatée avec facilité, on voit que les couches liasiques et jurassiques butent suivant une grande hauteur contre les schistes anciens; le joint ne s'écarte pas beaucoup de la verticale, et l'on ne peut admettre qu'il y ait ici, en présence de ces données, une superposition réelle; tout indique au contraire l'existence d'une fissure résultant d'une profonde dislocation, dont la réalité nous sera encore démontrée par des indices d'une autre nature. Le croquis ci-dessous donne une idée de la disposition des couches :



1 — Schistes talqueux.
2 — Terrain jurassique.

Environs d'Allevard. — En se dirigeant sur Allevard suivant le chemin qui se détache de la route impériale à peu de distance en amont de Goncelin, on observe d'abord un plongement considérable vers la vallée de l'Isère. Ce plongement ne se poursuit pas sur une grande longueur, et indique que lors de la production des cataclysmes il s'est formé, suivant la direction de la vallée de cette rivière, une large crevasse dans laquelle les terrains jurassiques se sont affaissés.

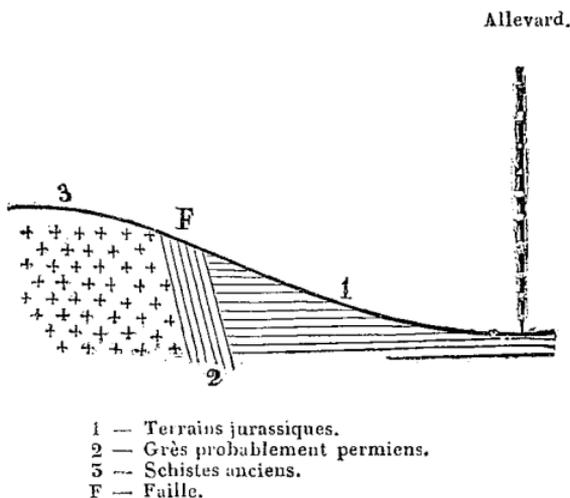
A 2 ou 3 kilomètres de l'embranchement dont nous venons de parler, les couches suivent une autre allure; elles se redressent vers S. quelques degrés O., et elles sont par conséquent affectées, suivant une direction perpendiculaire aux Alpes, d'un léger pendage vers ces montagnes.

A Allevard même, les terrains jurassiques butent sur la rive gauche de la vallée de Breda, et en suivant l'ancien chemin qui conduit au hameau Pinsat, on constate facilement qu'à peu de distance d'Allevard les schistes jurassiques ne se superposent pas aux terrains anciens, car on peut suivre le joint de la faille jusqu'au sommet de la montagne en constatant que ce joint ne s'écarte pas beaucoup de la verticale.

Sur le versant gauche de la vallée, la lèvre ouest de la faille s'applique contre des grès rouges qui eux-mêmes sont presque verticaux, ce qui d'ailleurs a déjà été constaté par MM. Scipion Gras et Lory, mais ces géologues ont admis ici une discordance de stratification.

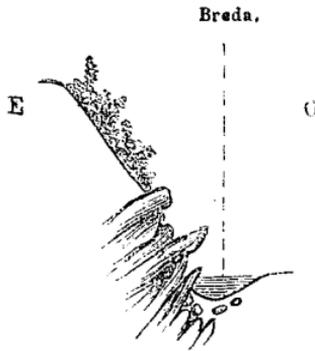
La position de ces grès, toujours situés sur la lèvre redressée, me paraît indiquer qu'ils sont très-anciens; je suis porté, comme l'a fait M. Scipion Gras, à les assimiler à la partie supérieure du terrain houiller, aux grès permien, dont ils présentent au surplus tous les caractères minéralogiques (1).

Il faut remarquer que, la vallée de Breda n'étant pas perpendiculaire aux Alpes, les couches butent suivant cette direction en se redressant vers les terrains anciens, comme cela est indiqué ci-dessous :



(1) M. Scipion Gras considère les schistes noirs d'Allevard comme

L'inclinaison suivant une normale à la chaîne se constate sur l'escarpement de la rive droite du Breda, un peu en aval des forges où l'on voit les têtes de couches comme suit :



Vallée de la Romanche. — Les mêmes phénomènes peuvent se constater en parcourant les escarpements de la rive droite de la Romanche, où les assises jurassiques s'affaissent légèrement vers l'arête principale des Alpes jusqu'au débouché de la vallée de Vaulnaveys, qui marque le passage de la faille. L'îlot jurassique de Champrousse doit son élévation considérable à la rupture ; il devait se réunir, avant la dislocation et la dénudation, au massif principal.

Sur la rive gauche de la Romanche et au sud de cette rivière, les allures des couches qui succèdent aux terrains anciens paraissent se modifier ; il y a de ce côté des études stratigraphiques importantes à faire, et je signale ce point aux géologues qui auraient l'occasion de parcourir ces localités.

La faille se poursuit dans cette direction ; elle limite vers l'est le massif anthracifère de la Motte pour se prolonger dans la direction de Mens.

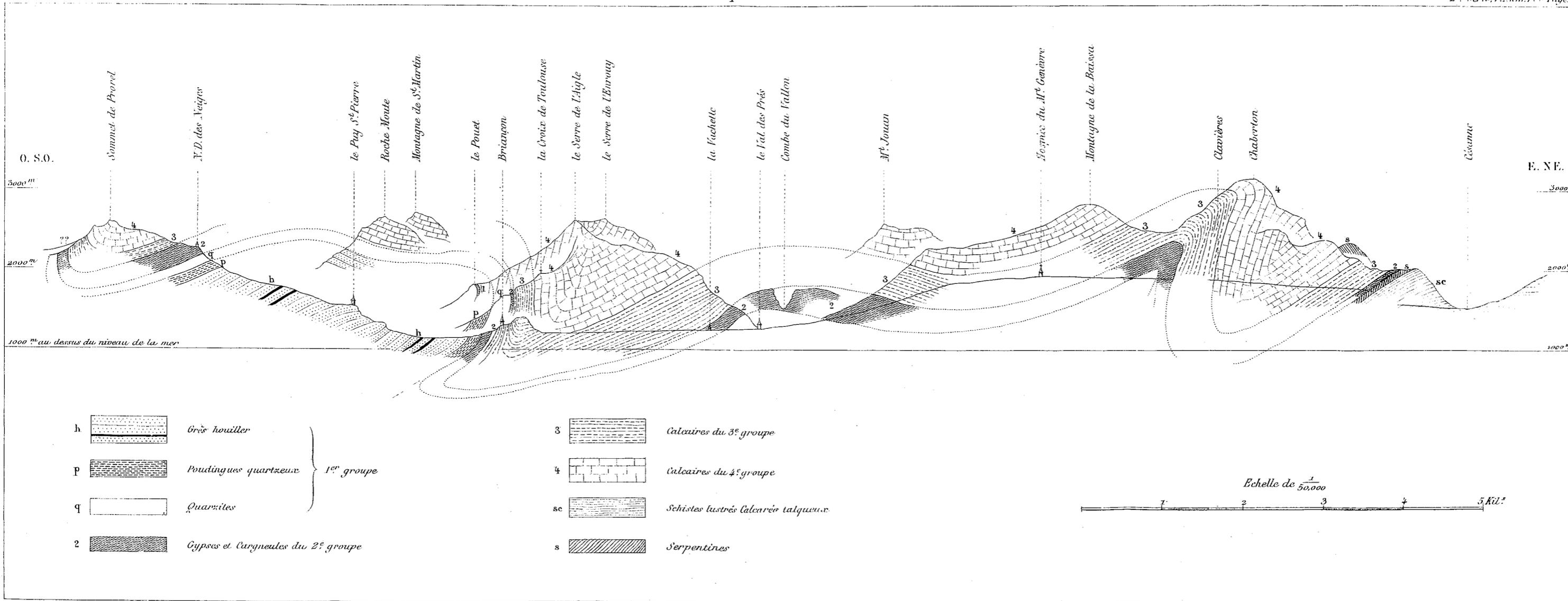
Cette grande rupture, qui se manifeste clairement entre Aiguebelle et Vizille est d'ailleurs jalonnée par des sources minérales. Il suffit de citer les sources d'Allevard et d'Uriage qui, reliées entre elles par une ligne droite, donnent à peu de chose près la position de la faille.

étant du carbonifère ; nous ne pouvons admettre cette opinion, et nous rangeons ces schistes dans les terrains jurassiques. J'ai recueilli à l'embranchement du chemin vicinal de Ferrières des fragments d'Ammonites caractérisant le lias moyen. La roche elle-même, par son caractère noduleux, prend le facies du lias moyen de l'Ardèche, tel qu'il se présente entre Cous et Privas.

Note sur une coupe des Calcaires du Briançonnais
par M. de VIGNET.

Bull. de la Soc. Géol. de France

2^{me} Série, T. XXIII, P. 17 Page 177



Gravé chez Aubert frères

Imp. Bequet - Paris



La partie méridionale de la rupture est indiquée par les sources de la Motte et de Mens.

Cet exemple est encore une confirmation du principe, si fécond en utiles conséquences, de la coïncidence des sources minérales et des failles.

Je termine cette notice en faisant connaître mon opinion sur les schistes anciens noirs si puissants dans les Alpes. Quelques courses faites aux environs de la Motte m'ont conduit à la conclusion, que les grès anthracifères reposent, comme dans le Beaujolais, sur des schistes non carbonifères, subordonnés quelquefois aux grès. Ces schistes ont une grande analogie avec les schistes jurassiques, mais ils ne contiennent pas de fossiles caractérisant cette formation.

Quelques *Eucriues* rondes rappellent au contraire les espèces carbonifères de Régný (Loire). M. Scipion Gras, se basant sur ces données stratigraphiques, a rangé dans le carbonifère tous les schistes noirs compris entre l'Isère et les Alpes; il négligeait dans son appréciation les données paléontologiques qui, il est vrai, ne peuvent pas être prises au sérieux pour déterminer des lignes exactement synchroniques, mais qui ne peuvent pas non plus être mises de côté quand il s'agit de périodes éloignées les unes des autres.

D'un autre côté les géologues, parmi lesquels se trouve M. Lory, ont dépassé la vérité en classant tous les schistes noirs du pied des Alpes dans le jurassique; l'extension de ce terrain ne peut pas être admise à priori dans le cas où il n'y a pas de fossiles et où la stratigraphie n'indique pas positivement que les schistes sont au-dessus du terrain anthracifère.

Nous émettons enfin l'opinion, soutenue par M. Scipion Gras, que les schistes talqueux et micacés doivent être rangés dans le carbonifère; notre conviction a été formée en constatant que ces schistes sont en parfaite concordance de stratification et qu'ensuite ils sont souvent subordonnés les uns aux autres.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. de Vignet :

*Note sur une coupe des calcaires du Briançonnais ;
par M. de Vignet (Pl. IV).*

Les calcaires du Briançonnais ont été considérés par M. Lory (1) comme la continuation du *Vias* des Encombres, et placés au-dessus des schistes lustrés calcaréo-talqueux de Bardonnèche, dont ils sont séparés par des gypses et des cargneules, probablement *triasiques*, ainsi que les schistes lustrés. Les observations que j'ai pu recueillir pendant un séjour de deux années à Briançon paraissent confirmer cette appréciation. Mais ces calcaires, si différents entre eux, appartiennent-ils tous à un même étage, ou en forment-ils plusieurs chronologiquement différents? C'est ce qu'on ne peut encore décider en l'absence de fossiles déterminables. L'insuccès des recherches les plus persévérantes me laisse peu d'espoir sur ce point. En attendant que cette question soit résolue, il ne semble pas inutile de rassembler le plus de données possible sur la stratigraphie de cette région.

La vallée de la haute Durance et celle de la Doire, jusqu'à Césanne, suivent une ligne perpendiculaire à la direction générale du plissement. On y rencontre presque tous les terrains du Briançonnais, et la continuité des couches n'y est interrompue par aucune faille importante. Ces conditions font de cette ligne un excellent sujet d'étude pour l'établissement d'une coupe type des terrains qu'elle traverse ; mais, vu les difficultés que présentent certaines parties recouvertes par des alluvions, des éboulements ou des forêts, et le bouleversement qui, sur quelques points, a renversé presque en tous sens les couches de ces terrains, on ne peut reconnaître la configuration de l'ensemble qu'en établissant d'abord, au moyen de nombreuses observations, l'ordre réel de superposition des différentes assises, classées d'après leurs caractères minéralogiques et leur *facies* général. Voici ce qu'on peut observer sur ce sujet, en commençant par les parties les plus inférieures, et se bornant aux types principaux :

Premier groupe.

1. Grès houiller avec sa flore caractéristique. Les parties supérieures et inférieures sont formées d'un grès grossier ; la partie moyenne, d'un grain plus fin, contient seule des couches d'anthracite, accompagnée presque partout de marnes noirâtres.
2. Poudingue quartzeux formé de débris de roches dites primitives.

(1) *Description géologique du Dauphiné*, 3^e part., 1864.

3. Quartzite blanc ou verdâtre, rarement schisteux.

Ces trois formes se maintiennent constamment dans le même ordre de superposition; presque partout, le passage de l'une à l'autre a lieu graduellement, mais toujours dans un espace peu étendu.

Deuxième groupe.

1. Schistes gris, lustrés, calcaréo-talqueux.
2. Calcaire dolomitique, ordinairement gris, à larges veines blanches, passant au gypse presque sans changer d'aspect. Strates assez épais.
3. Gypses.
4. Cargneules provenant du n° 2 fendillé par retrait et cimenté par des infiltrations calcaires dans les interstices. La cargneule est celluleuse ou pleine, selon que les fragments plus ou moins solubles, ou dans des positions plus ou moins humides, ont été dissous ou sont restés intacts dans la masse.

L'ordre de superposition des n°s 2, 3 et 4 est indifférent à Césanne; le n° 1 occupe la partie inférieure du groupe, mais dans la Maurienne il se trouve dans la partie supérieure.

Troisième groupe.

1. Calcaire gris foncé, à pâte saccharoïde, en strates généralement très-minces ou soudés en masses considérables.
2. Calcaire gris, compacte ou schisteux; lits de marnes avec efflorescence de magnésie dans quelques endroits.
3. Calcaire passant du rose au gris, translucide sur les bords, formé de nodules lenticulaires amincis et séparés par des feuilletts ondulés de calcaire rouge ou de talc verdâtre, exploité généralement comme pierre de taille. On y trouve des Bélemnites et des Ammonites difficiles à déterminer.
4. Schistes talqueux gris, verts ou lie de vin; marnes grises ou noires.
5. Calcaire noir bleuâtre, à pâte un peu cristalline, veines blanches ou rouges, les fissures souvent remplies d'ocre rouge.

Excepté le n° 3 qui est très-constant et facile à reconnaître, les calcaires de ce groupe passent fréquemment d'une forme à une autre. Tous sont plus ou moins magnésiens.

Quatrième groupe.

1. Calcaire compacte gris ou fauve, à cassure un peu terreuse, parsemé de petites veines cristallines plus foncées ou de grains isolés provenant probablement de petits fossiles déformés.
2. Le même, fendillé par retrait et cimenté sur place par infiltration, passant, dans quelques endroits, à une véritable cargneule, par la disparition des nodules.
3. Le même, avec fragments arrondis, même avec fragments des roches des environs.

Ces trois formes passent de l'une à l'autre par gradation

insensible. La démarcation entre le groupe et le précédent n'est pas également marquée partout; cependant le groupe est très-homogène et facile à reconnaître; il forme la partie supérieure de la plupart des montagnes du Briançonnais où il atteint une puissance considérable.

Au moyen de la division qui précède, il devient facile de suivre le mouvement de l'ensemble des couches. J'ai cherché à le représenter, aussi exactement que possible, dans la coupe ci-jointe (Pl. IV).

L'espace compris entre le massif cristallin du Pelvoux, près de l'Échauda et le versant sud-ouest de Prorel, et passant par le col de Paquet, présentent quelques difficultés. Les pâturages des vallons de l'Échauda et de Paquet cachent peut-être des failles et des replis importants. Cette partie très-intéressante n'est pas encore suffisamment étudiée.

A l'ouest de Prorel, les couches verticales de conglomérat du quatrième groupe, et peut-être quelques strates du troisième, paraissent reposer sur des schistes d'apparence cristalline que M. Lory, d'après la carte géologique de la France, considère provisoirement comme appartenant aux terrains primitifs. Ne serait-ce point là une des nombreuses formes qu'affectent les quartzites? On en voit à l'ouest du fort de l'Esseillon en Maurienne qui ont à peu près la même apparence.

En descendant à l'est du sommet de Prorel, on rencontre toutes les gradations des quatre groupes. Les strates, d'abord inclinés à l'est, se relèvent peu à peu en sens contraire. Au-dessous des calcaires compactes et des marnes du troisième groupe, on rencontre un affleurement de gypses qui paraissent s'enfoncer sous les marnes, puis les dolomies du deuxième groupe, et enfin une assise considérable de calcaires compactes, reposant sur les quartzites, le tout relevé régulièrement à l'est ou au nord-est.

En examinant les escarpements qui regardent vers Saint-Chaffrey, on n'aperçoit aucun indice de faille; cette dernière assise calcaire doit donc se prolonger sous le deuxième groupe dont elle fait probablement partie, malgré son facies un peu différent. Elle peut aussi être un lambeau des calcaires de l'Esseillon; mais cela est moins probable, car on n'en voit pas de trace dans l'espace qui les sépare.

En descendant vers le Puy-Saint-Pierre, on reconnaît dans les parties non recouvertes par les pâturages toute la série des grès du premier groupe. Les strates sont relevés vers le nord-est, sous des angles peu différents. Au Puy-Saint-Pierre et un peu au-dessous, ils deviennent horizontaux, puis se relèvent de nouveau, à

mesure qu'ils se rapprochent du fond de la vallée entièrement couverte par les alluvions de la Guisane. A Sainte-Catherine, derrière la fabrique de MM. Chancel, on retrouve les grès toujours relevés au nord-est, puis des poudingues quartzeux, des quartzites, et finalement, presque sous les remparts de la ville, un léger affleurement de cargneules. Sur une autre ligne, les grès du pont de la Guisane, les poudingues du Saint-Esprit et les quartzites de Colaud sont relevés au N.-E. Ces derniers, presque verticaux, s'appuient contre les premiers strates également verticaux des calcaires de la montagne de Toulouse, dont ils sont séparés par quelques traces interrompues de cargneules. La même disposition se retrouve à l'endroit de la vallée des Hayes et au-dessus du pont de Cervières (1).

Il est difficile d'admettre, pour expliquer ces inversions, une succession de *failles cachées précisément* dans les endroits couverts par les terrains meubles ; elles sont plus probablement le résultat d'un renversement régulier, comme on en rencontre fréquemment dans les pays très-accidentés. Cette explication est encore confirmée par la conformation de la montagne de Saint-Martin, qui se termine au nord à la croix de Roche-Moute et dont la coupe s'adapte exactement à la partie supérieure du pli supposé. D'ailleurs, la position des mines d'anthracite de Saint-Chaffrey, au nord, et du Paquier, au midi, indiquent qu'on doit trouver dans le fond de la vallée un retour des couches anthracifères que nous avons rencontrées au-dessus du Puy-Saint-Pierre. Ce renversement atteint son maximum vers le pont de Cervières ; il s'efface peu à peu au midi en s'élevant vers le col des Hayes, tandis que le dos du pli s'effondre dans les gorges de Queyrières ; au nord, il paraît se confondre avec la faille de Névache.

De Briançon à la Vachette, on peut suivre assez facilement la direction des strates sur les montagnes du côté droit de la vallée. Il paraît y avoir dans cet intervalle deux petites failles obliques qui dérangent très-peu la disposition générale des strates. La carrière de la Vachette est ouverte dans le calcaire n° 3 du troisième groupe. Un peu plus haut, à la base du quatrième groupe, on trouve une zone de cargneules rouges qui se prolonge jusque dans les environs du col de la Saune, et qu'il ne faut pas confondre avec celles du deuxième groupe. Au Val-des-Prés, un affleurement

(1) Dans cette dernière localité, le bouleversement est tel, qu'à la carrière de plâtre du Randouillet les quartzites reposant en concordance parfaite sur les gypses semblent plonger vers le nord-est, au-dessous des cargneules.

de quartzites et de cargneules, auquel correspondent au midi les cargneules de la combe du vallon, marque le sommet d'un pli qui suit le fond de la vallée jusqu'au près du col de l'Échelle. Les cargneules plongent ensuite à l'est-nord-est sous le mont Jouan et les rampes de la route impériale et semblent se confondre dans le bas du ravin de la Durance avec des poudingues de cailloux roulés, mêlés de fragments d'euphotide et de variolite. Ce rapprochement s'explique difficilement, à moins que la transformation des calcaires compactes en cargneule n'ait eu lieu postérieurement à leur émergence par l'infiltration des eaux pluviales, ce qui expliquerait en même temps l'oxydation du fer qui donne à leur ciment des teintes ocreuses qu'on retrouve rarement dans les autres conglomérats. La traversée du mont Genève se fait entièrement sur des terrains de transport, au-dessous desquels on trouverait peut-être le prolongement des euphotides du vallon de Gondran; mais on peut suivre la direction des couches sur les sommets du mont Jouan, de la Baissa et du Chaberton.

En se plaçant en face de ce dernier sommet, on voit que les strates, d'abord montant un peu au nord-est, se recourbent brusquement au-dessous, et, après quelques oscillations, finissent par dépasser la verticale. On les voit dans cette position auprès de la route au delà de Clavières. A partir de ce point, leur inclinaison diminue peu à peu jusques au delà de Césanne où ils sont presque horizontaux. La partie supérieure appartient au quatrième groupe, puis au troisième dont la puissance est peu considérable, au-dessus des éboulis qu'on rencontre après les barricades. Un peu avant le haut de la route, on voit les gypses, accompagnés d'une faible couche de cargneules, reposer sur les schistes lustrés calcaréotaqueux dont les premières assises sont séparées par une couche de serpentines qui présentent une apparence de stratification et semblent se confondre peu à peu avec les schistes.

On voit évidemment ici un pli renversé, analogue à celui de Briançon, mais moins prononcé que celui-ci, de même qu'après Briançon, on distingue difficilement, à première vue, le point où les strates passent de la position renversée à la position normale.

En examinant l'ensemble de la coupe que nous venons de parcourir, on remarquera que les vallées longitudinales, au lieu de suivre le *fond de bateau* entre deux plis comme dans les pays faiblement ondulés, correspondent au contraire à la partie convexe des plis, laquelle, vu le peu de ténacité des roches calcaires ou arénacées, même à l'état pâteux, a dû s'ouvrir en fente longitudinale, tandis que dans les fonds de bateau les mêmes roches, com-

primées latéralement, ont dû s'élever au-dessus de leur niveau et combler l'intervalle des plis.

On voit aussi, d'après la forme concordante des plis, que le mouvement général a eu lieu de l'O. S. O. à l'E. N. E., qu'il a été produit, par conséquent, par le soulèvement du massif cristallin du Pelvoux, et qu'ainsi ce soulèvement est probablement postérieur à celui du massif piémontais.

M. le marquis de Roys lit la note suivante :

Sur l'argile plastique considérée comme assise géologique;
par M. le marquis de Roys.

L'hiver dernier, M. Munier-Chalmas avait fait une communication sur le conglomérat de Meudon et les fossiles nouveaux qu'il y avait découverts. Il en résultait, à ce qu'il m'a paru, que les argiles qui le couvrent devaient, comme je l'ai toujours pensé, appartenir aux terrains à lignites et non à l'assise géologique à laquelle Al. Brongniart avait donné le nom d'argile plastique.

C'est une faute grave, en géologie, de donner à une assise un nom exprimant une propriété physique, un caractère minéralogique, rien n'étant plus variable que ces caractères dans l'étendue d'une couche qui se prolonge un peu loin. C'est ce qui a lieu pour les argiles inférieures de l'étage éocène. Pour les bien connaître, il faut s'éloigner un peu de la banlieue immédiate de Paris. Elles affluent sur une assez grande étendue entre Montereau et Nemours. Nous les y avons étudiées il y a longtemps déjà, et ayant passé dernièrement quelques semaines dans cette localité si favorable à leur étude, j'ai pu vérifier mes anciennes observations, et en faire de nouvelles qui m'ont paru offrir quelque intérêt.

Sur la rive droite de la Seine, près de Tavers, à 3 kilomètres environ au-dessous de Montereau, on voit surgir la craie au-dessous du calcaire d'eau douce qui forme tout l'escarpement de la falaise au-dessous de ce point. La craie s'élève d'une manière assez régulière, séparée du calcaire d'eau douce par une assise argileuse d'environ 2 mètres de puissance. Son inclinaison, d'environ 20 degrés à son point de départ, s'atténue en s'élevant, et elle devient à peu près horizontale au-dessus du parc de Courbeton où elle est exploitée sur une assez grande étendue pour la fabrique de terre de pipe de Montereau. Sur ce point elle est très-blanche, parfaitement pure, ne contient pas un atome de fer, et demeure

blanche après la cuisson. Dans le pli de la falaise qui sépare les parcs de Surville, au-dessus de Montereau et de Courbeton, la même assise est grise, rougit au feu, et est séparée de la craie par une petite épaisseur de sable qui paraît bleuâtre ; mais en le regardant à la loupe on reconnaît que cette teinte est due à la présence d'une multitude de grains lenticulaires noirâtres qu'on peut reconnaître pour des silex de la craie très-atténués.

De l'autre côté de la Seine, en suivant la route de Montereau à Voulx, après avoir franchi le mamelon de calcaire pisolitique dont la base est recouverte d'un sable que sa teinte bleuâtre fait reconnaître comme identique avec celui de Courbeton et de quelques blocs de grès, on retrouve l'argile exploitée pour les tuileries de Villet. Elle est grise ou panachée, et la couleur rouge des briques indique une assez grande quantité de fer disséminé. Elle est recouverte par le calcaire d'eau douce formant la falaise qui sépare la vallée de la Seine de la petite vallée de l'Orvanne. Son affleurement sur les collines du côté droit de cette vallée est accusé par quelques petites sources, notamment celles de Bellefontaine et d'Ouizille. Près de cette dernière localité elle a été coupée par les berges des fossés du nouveau chemin vicinal de grande communication de Dormelle à Ville-Saint-Jacques, et l'on peut voir que l'assise a une épaisseur qui varie de 1 à 2 mètres, et qu'elle repose d'abord sur la craie durcie, puis sur une assise de sables et de cailloux qui l'en sépare. Cette dernière assise atteint près du hameau de la vallée une puissance de 4 à 5 mètres, et, sur quelques points, l'extrême atténuation des silex la fait passer à l'état de sable bleuâtre comme celui que j'ai déjà signalé. Un peu en arrière des dernières maisons de la vallée, un petit mamelon s'élève abruptement à 2 ou 3 mètres au-dessus du sol qui est en pente très-douce. Il est formé par quelques blocs de grès assez grossier, mais dont le ciment, au lieu d'être argilo-siliceux comme celui des blocs de grès ou de poudingues qu'on trouve ailleurs dans cette assise, est en fer hydroxydé. L'assise de sable et de cailloux s'abaisse ensuite, toujours couverte par l'argile que l'on voit encore affleurer dans un ravin au pied de la côte Blanche, au-dessus de Pilliers, où elle se réduit à une épaisseur de 50 cent. couvrant une épaisseur égale de sable. Elle se relève un peu vers la Fardoire, immédiatement superposée à la craie dure, s'abaisse de nouveau, et disparaît au fond de la vallée, jusqu'à son embouchure dans le Loing un peu au-dessous de Moret.

Peut-être retrouvera-t-on ici avec plaisir la coupe complète de cette falaise à la côte blanche de Pilliers. Au-dessus de la craie et

de ces minces assises de sable et d'argile, s'élève le calcaire d'eau douce inférieur (le calcaire siliceux d'Al. Brongniart) sur 25 mètres de puissance; puis une mince couche d'argile qu'on voit affleurer dans un ravin vers le haut de la côte, mais dont on ne peut suivre l'affleurement sur la pente de la falaise; au-dessus, un second calcaire d'eau douce (le calcaire de Brie, de Dufrénoy), puis les sables et grès de Fontainebleau. Mais, en remontant un peu à la hauteur de ce second calcaire et longeant un petit bois, on trouve à l'angle une excavation d'où l'on a tiré du moellon. Vers les deux tiers de sa hauteur, est une très-mince assise de calcaire marin à Cérîtes et à Huîtres, en petites plaquettes que rien ne distingue à l'extérieur des plaquettes du calcaire d'eau douce inférieures et supérieures. C'est en les cassant qu'on peut les reconnaître.

Vis-à-vis du débouché, dans la vallée de l'Orvanne, de la route de Montereau à Voulx, s'étend, sur une assez grande longueur, sur la rive gauche, le village de Ferrottes, entièrement bâti sur la craie. De là jusqu'un peu au delà de Villemer, s'étend une sorte de vallon élevé, large de 2 à 3 kilomètres, long de 10, séparé de l'Orvanne par une chaîne de collines dont le sommet est formé par les sables et grès de Fontainebleau, de Flagy jusqu'à Saint-Ange, borné à gauche par une autre chaîne semblable et parallèle qui s'étend de Ferrottes jusqu'à Treusy. En s'élevant un peu au-dessus de Ferrottes par la route de Villeflambeau, on se trouve sur l'argile, accusée par une multitude de rognons de grès argilo-siliceux, seul indice, au commencement de l'assise arénacée. Si l'on se porte plus à droite, dans la direction de Flagy, on trouvera de vastes excavations pratiquées pour exploiter l'argile blanche très-pure. Le propriétaire du champ considéré jusque-là comme sans valeur, en a vendu pour 10 000 francs à la fabrique de Montereau. Tout autour l'argile paraît encore blanche, mais se colore au feu. Puis, en suivant la ligne du milieu du vallon, elle devient grise, s'amincit, et quelques ravins qui la coupent montrent l'assise de sables et de cailloux, au-dessous de l'argile, atteignant une puissance de 5 à 6 mètres. On y voit quelques blocs de poudingues et de grès, mais toujours à la partie supérieure et toujours à ciment argilo-siliceux. L'argile forme le sol des bois, en grande partie défrichés aujourd'hui, sur le territoire des communes de Flagy, Dormelles et Villemaréchal. Dans cette dernière commune, elle a été exploitée depuis longtemps pour des tuileries. Elle l'est aussi à Bezanleu, entre Villemer et Treusy. Dans cette dernière exploitation, de petits nodules de craie, dont on ne

peut parvenir à la débarrasser entièrement, sont une cause de perte pour le fabricant. Un peu avant ce point, les deux petites chaînes de collines dont nous avons parlé s'arrêtent à la même hauteur, et la formation de sables et poudingues recouverte ou non par l'argile atteint le bord de l'Orvanne à Villecerf, du côté droit, franchit à gauche la petite rivière de Lunain, parallèle à l'Orvanne, dont elle forme les basses falaises, de Névelé jusqu'à son confluent avec le Loing, et s'étend jusqu'à Nemours. Elle remonte la vallée du Loing où l'on peut l'observer, sur la rive droite au village de Glandelles cité par M. Élie de Beaumont, et sur la rive gauche à Lavaux où le poudingue est formé en grande partie de silex jaspés rouges, que M. le vicomte d'Archiac a reconnus comme provenant des étages crétacés qu'il avait observés dans le département de Loir-et-Cher. Un peu au delà de Lavaux, dans une petite dépression, est une tuilerie au village de Fay. En continuant à remonter la vallée du Loing, on voit encore l'assise des sables et poudingues couverte d'une même couche d'argile, coupée par les berges de la route qui monte de Souppes à Château-Landon. Un peu au delà elle est coupée par une large vallée marécageuse venant de Courtempierre au Loing. Je ne l'ai point suivie de l'autre côté de cette vallée, mais il me semble impossible de douter que les amas de cailloux qui remplissent les ravins creusés dans la craie, sur la rive droite de la Loire, de Gien à Orléans, n'appartiennent encore à cette formation. Partout l'argile qui la couvre, dans toute la surface que je viens de décrire, s'enfonce sous le calcaire d'eau douce inférieur. C'est cette argile qu'on trouve au fond de la grande carrière de Château-Landon et de toutes les carrières du voisinage.

Les roches de cette formation, si fortement agrégées par un ciment argilo-siliceux, auprès de Nemours, lui avaient fait donner par Al. Brongniart, qui les regardait comme la partie la plus inférieure des terrains tertiaires, le nom de *Poudingues de Nemours*. Comme cette agglomération est un fait tout à fait exceptionnel dans cette assise, je lui ai donné en 1836 le nom de *sables et poudingues* qui fut adopté par Constant Prévost et par presque tous les autres géologues. Elle est composée de silex très-roulés et d'un volume très-variable. En cassant quelques-uns des plus gros, j'y ai trouvé l'*Ananchytes gibba*, dans un des petits, un *Inoceramus concentricus*. Les silex jaspés rouges, venant des environs de Blois, sont les plus petits. Il est donc impossible de ne pas regarder cette assise comme un terrain de transport opéré par des courants d'une violence extrême, ayant dénudé sur une très-grande

surface et une grande longueur les terrains des étages crétacés de la partie occidentale de la France. On ne peut y remarquer aucune trace de stratification, et, comme on pouvait s'y attendre, il n'y a, soit dans l'assise arénacée, soit dans l'assise argileuse qui la recouvre, aucun fossile propre. On comprend que, si vers l'origine de pareils courants, près des terrains renfermant des nodules ou rognons assez résistants pour être roulés à de grandes distances, il se trouve des assises argileuses, ces dernières sont entièrement enlevées par la dénudation, mais, les courants n'ayant pas encore toute leur violence, une grande partie des argiles doit se déposer avec les nodules siliceux. J'adopterai donc pleinement l'opinion, que M. Hébert a d'ailleurs appuyée sur d'autres preuves très-solides, de la contemporanéité des argiles à silex de la Normandie avec ces sables et poudingues. J'ajouterai que c'était également en 1836 l'opinion de M. Élie de Beaumont. Cet éminent géologue rapportait à cette époque l'une et l'autre de ces deux formations à l'étage des sables et grès de Fontainebleau, et les regardait comme contemporaines. Je ne serais même plus éloigné aujourd'hui d'adopter l'hypothèse du savant M. d'Omalius, qui considère toutes ces argiles comme le produit d'une *éjaculation* de l'intérieur de la terre. Leur émission aurait été accompagnée de celle d'une immense quantité de vapeur d'eau, comme on peut l'observer sur une bien petite échelle dans les volcans de boue, et, par suite, de pluies torrentielles ayant produit ces courants dévastateurs qui ont roulé les silex des assises détruites jusqu'aux extrémités du bassin tertiaire, laissant déposer au-dessus les restes des argiles qu'elles transportaient. Plus j'ai observé ces dépôts d'argiles à silex, plus j'ai été conduit à admettre la probabilité de cette hypothèse, en admettant toutefois que l'émission aurait eu lieu, non par une bouche unique, mais par une longue ligne de rupture, peut-être même par plusieurs lignes de rupture que tout me semble démontrer avoir été parallèles à cette faille du Saucerrois que M. Raulin, dans son excellent travail sur cette contrée, signale comme ayant été produite à l'origine de l'époque tertiaire. Cette hypothèse n'a rien qui ne puisse se concilier avec toutes les observations que j'ai pu faire, soit dans les dépôts de la partie S.-E. du bassin de Paris, dont j'ai parlé plus haut, soit dans les argiles à silex auxquelles je rattacherai volontiers des argiles rouges contenant un assez grand nombre des fragments de schistes cambriens, auxquels elles sont superposées, et que j'ai vues sur plusieurs points, près de Loiron (Mayenne) et de là jusqu'à Laval. Ajoutons que, comme confirmation de la séparation des silex roulés et de l'argile

qui les recouvre dans le bassin de Paris, on en voit souvent un commencement dans la grande couche de ces argiles à silex. Ainsi, dans la forêt de Saint-Évrault, le plateau de la Troche est un amas de silex sans argile. Il en est de même du plateau correspondant de l'autre côté de la vallée de la Charentonne, où les silex se sont brisés de manière à produire une sablière, tandis qu'à Touquette et à la poterie, dans la partie de la forêt qui l'avoisine, les argiles sont assez dépourvues de silex jusqu'à une assez grande profondeur. Il en est de même à plusieurs autres tuileries des environs.

Je crois devoir faire observer que les exploitations d'argile que j'ai pu observer entre Montereau et Nemours sont des espèces de nids où l'assise caillouteuse a été interrompue sur un assez grand diamètre par suite d'une sorte de *remous* faisant tourbillonner les silex et les disposant ainsi suivant une espèce de stratification irrégulière, très-visible au bas de la côte de Lorrez-le-Bocage, sur la route de Voulx. Les silex y sont très-atténués. C'est sans doute ce mouvement qui produit les sablières, voisines généralement des exploitations, comme à Bezanleu, celles mêmes qui en sont plus éloignées, comme sur la falaise droite du Lunain, vis-à-vis de Paley.

A partir de l'extrémité du parc de Saint-Ange, on trouve sur tous les chemins, quelquefois même sur le sol, souvent en nombre assez considérable, des scories encore très-riches en fer, indiquant ces exploitations très-imparfaites du minerai de fer, partout où on le trouvait en quantité assez considérable près de grandes forêts, au moyen de forges à bras. Il y a eu même sans doute, à une époque plus récente, mais encore assez reculée, une exploitation plus régulière, car les deux moulins de Villecerf portent le nom de la *Forge* et de la *Fondoire*. On voit dans les bois des excavations assez nombreuses, attribuées par la tradition du pays à la recherche du minerai, et qui se trouvent toutes dans l'argile. Depuis longtemps toute autre trace de ces exploitations a disparu, mais on trouve encore fréquemment dans l'argile des nodules de fer peroxydé, assez faiblement hydraté, puisque la poussière en est presque rouge. Ils ne sont pas irrégulièrement disséminés, en général, dans l'étendue de l'assise, mais ordinairement rapprochés en nombre, quelquefois considérable, et formant une espèce de gerbe. La culture les fait arriver à la surface du sol où on les trouve toujours dans un espace assez circonscrit, tandis que tout autour il y a des espaces qui n'en présentent aucun. En se dirigeant de Villemer parallèlement au Lunain, on peut remarquer quelques champs d'une couleur rouge très-vive. Le grand

nombre de scories qu'on voit dans le voisinage m'a fait penser qu'ils ont été le lieu d'une station des forges à bras, et que leur couleur est due à la poussière produite par la trituration de ces minerais. Il me parût impossible de ne pas penser que ces nodules n'aient pas été le produit d'une émission de vapeurs ferrugineuses ayant pénétré ces argiles après leur dépôt. La direction verticale qu'affectent généralement ces petits amas est surtout sensible dans les cas, assez rares d'ailleurs, où ces vapeurs ont pénétré le calcaire d'eau douce supérieur à l'argile. J'en ai vu des exemples à Montereau, à Saint-Mamès dans la rampe qui monte à la station, et deux à Saint-Ange, dont l'un dans une cave creusée dans le roc. On sait que depuis longtemps déjà M. d'Omalus a attribué le dépôt considérable de minerai de fer exploité près de Maubeuge à une cause analogue ainsi que plusieurs autres. Je suis convaincu qu'il en est de même des minerais du département de l'Orne décrits par M. Blavier, et qui appartiennent à la formation des argiles à silex.

Lorsque ces nodules sont exposés longtemps au contact de l'air, comme cela arrive à ceux que la culture amène à la surface du sol, ils se couvrent d'une croûte jaune friable, pénétrant graduellement dans l'intérieur. Mais, tant qu'elle ne l'a pas entièrement envahi, la poussière de la partie centrale est à peu près rouge. Malgré toutes mes recherches, ni dans les argiles à silex de l'Orne, ni dans les argiles que je viens de décrire de Montereau à Nemours, je n'ai trouvé de pyrites. On ne peut supposer que ces nodules ferrugineux soient des pyrites décomposées. Les pyrites, dans les argiles mêmes les plus liquides, ne s'altèrent que lorsqu'elles arrivent au contact de l'air, comme on peut s'en convaincre dans toute la formation des argiles à lignites. Je n'y ai jamais non plus trouvé la moindre trace de lignites. Ce double caractère, quoique négatif, me paraît suffire pour placer l'argile des Moulineaux dans la grande formation des terrains à lignites. Sa plasticité ne suffit pas pour l'en exclure, puisque un grand nombre de briqueteries dans l'Oise et dans l'Aisne sont exploitées dans les terrains à lignites. L'argile des Moulineaux est visiblement sédimentaire, tandis que toutes celles dont je viens de parler portent l'empreinte d'un terrain de transport violent. Enfin, il est impossible de confondre avec les sables et poudingues formés de roches si dures, si évidemment roulées et venant de si loin, le conglomérat des Moulineaux formé de fragments anguleux de craie très-friable, produit manifeste d'un éboulement tombé sur place d'une falaise contiguë dans un petit lac d'eau douce où vivaient un certain nombre de coquillages, ce qui établit encore une différence essentielle avec le ter-

rain de transport sous-jacent aux argiles. Il est bien évident pour moi que le petit mamelon de grès et poudingues à ciment ferrugineux que j'ai signalé plus haut, près des dernières maisons de la vallée, doit son existence à une émission semblable à celles qui ont formé ces nodules. On trouve des traces d'émissions pareilles au fond des excavations pratiquées dans l'assise des sables et poudingues. On peut en voir une encore apparente dans celle qui a été faite à Saint-Ange, à l'extrémité du petit mamelon, dit les Cailloux.

Qu'il me soit permis, en mentionnant ce mamelon des Cailloux de Saint-Ange, de citer un fait assez extraordinaire qu'on peut y observer. La partie inférieure de l'excavation appartient aux sables et poudingues, la partie supérieure au diluvium gris. Quelques lambeaux d'argile, un bloc de grès de l'étage de Fontainebleau, indiquent dans l'escarpement la séparation de ces deux étages. A l'extrémité opposée du mamelon, une excavation faite pour extraire de la terre à bâtir montre très-clairement le *loess* recouvert par ce diluvium gris.

Je crois donc pouvoir persister à regarder ces deux assises, les sables et poudingues, et l'argile, entre Montereau et Nemours, comme formées par un même cataclysme et comme le prolongement des argiles à silex de la Normandie. Je pense que l'argile plastique exploitée à Vaugirard doit appartenir à cette formation, quoiqu'il soit peut-être difficile de l'y rattacher stratigraphiquement. Dans tous les cas, ces argiles du Gâtinais sont tout à fait distinctes de l'argile des Moulineaux, et l'on ne peut les renfermer les unes et l'autre sous le nom d'*argile plastique* d'Alexandre Brongniart, nom qu'il est essentiel de changer, mais je ne me crois point assez autorisé pour en proposer un autre.

M. Fouqué fait la communication suivante :

Dans la séance du 20 novembre, M. Gruner a signalé dans un de nos bassins houillers, l'existence de couches de houille, qui se trouvent en contact immédiat avec des roches éruptives, sans que la matière carbonneuse paraisse avoir subi aucune altération.

Dés exemples analogues ont été cités par la plupart des géologues, et les cas dans lesquels on remarque une pareille absence d'altération sont peut-être plus nombreux que les cas opposés.

M. Bunsen, pendant son séjour en Islande, a eu l'occasion d'observer un fait de ce genre. Au-dessus d'un tuf palagonitique

facilement altérable par la chaleur, il a vu des nappes de trapp épanchées horizontalement sur de vastes étendues, sans que le tuf parût pour cela avoir éprouvé aucune modification considérable au niveau de la surface. La haute température que possédait le trapp au moment de sa formation ne pouvait être douteuse; car les filons d'injection qui l'avaient amené à la surface du sol avaient dans leurs parties verticales fondu ou fritté le tuf sous une certaine épaisseur.

Pour expliquer cette absence singulière d'altération notable de la roche palagonitique, M. Bunsen a proposé alors l'explication suivante: au moment de l'épanchement de la masse éruptive, il s'est dégagé du tuf une certaine quantité de vapeur d'eau, qui a empêché le contact immédiat des deux roches. Il y a eu, en même temps, absorption considérable de chaleur par suite de la formation de cette mince couche de vapeur, la surface inférieure du trapp s'est solidifiée sous une petite épaisseur et toute action modificatrice profonde est devenue impossible.

Cette théorie de M. Bunsen me paraît l'expression de la vérité dans la plupart des cas de ce genre. Ce savant apporte lui-même diverses preuves à l'appui. Et d'abord, il montre que, si la surface horizontale du tuf ne présente aucune trace de fusion, en revanche elle est très-légèrement altérée, exactement comme elle le devient quand on soumet un fragment de la roche à l'action de la vapeur d'eau. Ensuite, il fait voir qu'un trachyte à peu près anhydre superposé au tuf est bien plus modifié par la chaleur que ce dernier, ce qui ne peut s'expliquer que par un contact plus intime du trapp avec ce trachyte.

Enfin, l'explication de M. Bunsen rend parfaitement compte des altérations profondes observées ordinairement dans les parois verticales des filons qui amènent au jour les roches éruptives; car il est évident que la matière incandescente, animée d'un mouvement ascendant dans ces étroits conduits et renouvelée d'ailleurs à chaque instant, devait entraîner avec elle et faire disparaître la couche de vapeur protectrice.

Toutes les observations dont je viens de parler ont été faites sur des roches solidifiées depuis longtemps et dont l'état de fusion au moment de leur formation peut être plus ou moins problématique; aussi, je crois apporter une preuve utile en faveur de la théorie de M. Bunsen, en signalant un fait curieux que j'ai eu l'occasion d'observer récemment à l'Etna.

La lave de l'éruption de 1865 a coulé au milieu d'un bois de haute futaie; le sol s'était ouvert au début de l'éruption sur une

grande longueur, en formant une fissure profonde, inégale, dont les nouveaux cratères ne sont que les points les plus largement ouverts. La lave a commencé par jaillir à la partie supérieure de cette déchirure, englobant les arbres dans un courant de feu ayant environ 6 à 8 mètres d'épaisseur. Mais bientôt la fissure s'est prolongée vers le bas de la montagne et la lave n'est plus sortie qu'à un niveau moins élevé. La matière en fusion précédemment formée s'est écoulée en suivant les pentes du terrain et les pins engloutis ont reparu au jour. Peu de temps après cet événement, quand je suis arrivé à l'Etna, voici ce que j'ai constaté dans les points abandonnés par l'éruption :

La portion supérieure de la fissure ne donnait plus aucun signe d'activité. Ses bords soulevés et renversés en dehors de chaque côté par la force expansive souterraine étaient recouverts de fragments de lave solidifiés et refroidis. Beaucoup d'arbres avaient été arrachés ou brûlés. Mais cependant, de chaque côté de la fissure il en restait un grand nombre encore debout, malgré les mouvements du sol et malgré le courant incandescent qui les avait momentanément environnés. Les arbres ainsi conservés étaient tous, sans exception, entourés d'un étui pierreux formé de lave devenue solide. La surface intérieure de cet étui s'était moulée sur la surface de l'arbre, dont elle représentait quelquefois tous les détails de l'écorce avec une fidélité surprenante. La surface extérieure rugueuse et irrégulière offrait toujours, du côté par lequel le courant était arrivé, une saillie prismatique formée par la lave dont l'arbre avait arrêté le mouvement. Un petit nombre de ces enveloppes étaient intactes, mais la plupart s'étaient brisées par suite du retrait subi, au moment du refroidissement, par la matière qui les composait, et leurs fragments, souvent très-volumineux, gisaient autour de l'arbre qu'elles avaient entouré. Quand ces enveloppes s'étaient ainsi divisées en fragments, les troncs qu'elles entouraient se trouvant laissés à nu avaient été striés et rayés par les blocs rugueux charriés à la surface du bain, et la direction de ces stries a pu me permettre depuis de déterminer la direction du courant de lave et la pente de sa surface.

Ce sont ces étuis, que je viens de décrire, qui certainement ont protégé et garanti les pins contre les effets du liquide incandescent qui coulait tout autour. Leur mode de formation et leur mode d'action sont évidents et conformes de tout point à la théorie de M. Bunsen, dont il me semble fournir une éclatante confirmation. La plupart des arbres qui ont été ainsi revêtus d'une enveloppe protectrice sont peu altérés. Généralement, l'écorce seule est dé-

truite; un certain nombre d'entre eux ont éprouvé un commencement de carbonisation de la partie ligneuse de leur tige, mais cette décomposition est rarement profonde, et, en revanche, il y en a dont l'écorce est tellement peu altérée que certainement quelques-uns survivront à l'action du bain de lave dans lequel ils ont été plongés.

A l'appui de ses descriptions, M. Fouqué met sous les yeux de la Société une photographie représentant les arbres avec leur étui pierreux, ainsi qu'un fragment de lave moulé exactement sur une écorce de pin.

M. Edm. Pellat fait la communication suivante :

Note sur les assises supérieures du terrain jurassique de Boulogne-sur-Mer et croquis des falaises situées entre Wimereux et les moulins de Ningle; par M. Edmond Pellat.

Le terrain jurassique supérieur du Bas-Boulonnais a été décrit par Rozet en 1828 (1), par Fitton à plusieurs reprises et notamment en 1839, à l'époque de la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Boulogne (2), par M. Élie de Beaumont (3), par M. le vicomte d'Archiac (4), et, enfin, par M. Opper (5); nous avons donc déjà, sur ce sujet, un ensemble de travaux fort intéressants (6). Cependant il m'a semblé qu'il restait encore à étudier, couche par couche et à l'aide des fossiles, la série d'assises très-complexe et très-fossilifère qui constitue dans le Bas-Boulonnais les étages kimméridien et portlandien, et, pendant plusieurs séjours à Boulogne, j'ai réuni dans ce but de nombreuses séries de fossiles en me faisant une loi de ne les recueillir qu'en place et couche par couche.

(1) *Description géognostique du bassin du Bas-Boulonnais.*

(2) *Lettres à M. Constant Prévost (Bull. Soc. géol., 4^{re} sér., t. X).*

(3) *Explication de la carte géologique de la France, t. II.*

(4) *Histoire des progrès de la géologie, t. VI, 1856.*

(5) *Die Juraformation, 1856-1858.*

(6) « Depuis ma communication, j'ai reçu une brochure de M. Rigaux fils, intitulée: *Notice stratigraphique sur le Bas-Boulonnais*; elle est extraite du *Bulletin de la Société académique de Boulogne*. M. Rigaux consacre quelques pages aux étages kimméridien et portlandien, et donne une coupe des falaises. Bien que dans cet intéressant travail il adopte à peu près les mêmes divisions que moi, nous différons sur plusieurs points très-essentiels. »

La note que j'ai l'honneur de présenter à la Société n'est que le résumé du travail plus complet que je me proposais de faire ultérieurement et moins à la hâte avec des données paléontologiques plus nombreuses, bien que j'en eusse, dès 1862, arrêté le cadre et classé dans ma collection les principaux matériaux.

M. Hébert m'ayant exprimé l'intention de s'occuper du même sujet et M. P. Michelot devant aussi donner les coupes des tranchées du chemin de fer de Calais en se reportant à mon travail, je me contente de donner un simple croquis des falaises et de caractériser brièvement les niveaux fossilifères que j'ai cru pouvoir y distinguer.

Beaucoup de mes fossiles sont encore à décrire, et ne voulant citer que les espèces dont la détermination me paraît certaine, je ne peux donner aujourd'hui, pour chaque groupe de couches, qu'une liste de fossiles très-incomplète (1).

Je me suis servi pour désigner chacun de ces groupes, divisions tout à fait locales, d'un ou deux fossiles que je n'ai jamais rencontrés à Boulogne, ni plus bas, ni plus haut, et que leur abondance m'a paru en rendre caractéristiques, mais je ne prétends nullement dire qu'ils n'ont été ou qu'ils ne seront jamais rencontrés ailleurs que dans ces assises. Nous admettons maintenant la durée souvent très-grande de certaines espèces, et c'est le maximum de développement d'un fossile, plutôt que sa présence plus ou moins rare dans une couche, qui peut servir à la caractériser.

GROUPE N° 1. — Grès de *Wirvigne* à *Pseudodiadema mammilatum*, *Ag.*, et *marnes argilo-sableuses*, à *Ostrea dubiensis*, *Contej.* — Les environs de Boulogne ne m'ont pas donné d'une manière bien nette la jonction de l'étage corallien et de l'étage kimméridien, et c'est en vain qu'on la chercherait dans les falaises qui n'offrent même pas les couches les plus basses de ce dernier étage.

Un grès calcarifère, glauconieux, de couleur grisâtre, que j'ai rencontré à *Wirvigne*, sans pouvoir constater sa place exacte, recouvre, dans la tranchée d'Épitre près de Marquise, l'oolite jaunâtre à *Nérinées* de l'étage corallien (2).

(1) Notre savant confrère, M. de Loriol, publie en ce moment dans les *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève* la monographie des espèces les plus caractéristiques des groupes 6, 7, 8 et 9.

(2) M. Rigaux fils, qui a bien voulu rechercher des gisements de ce grès, m'a annoncé l'avoir retrouvé, à Épitre, à la jonction du corall-rag et du kimmeridge-clay.

J'ai recueilli à Wirvigne les fossiles suivants : *Ammonites Achilles*, d'Orb., *Trigonia suprajurensis*, Ag., *Ostrea Bruntrutana*, Th., *Pseudodiadema mammilatum*, Ag., *Pygurus Blumenbachi*, Ag. (1).

Le *Pseudodiadema mammilatum*, le *Pygurus Blumenbachi* et l'*Ammonites Achilles* se trouvent dans le coral-rag de Tonnerre (carrière de la Reine). Par sa faune, comme par la place qu'il occupe à la base de l'étage kimmérien, le grès de Wirvigne paraît donc correspondre au coral-rag de Tonnerre.

Des marnes avec petits lits de sables sont subordonnées à ce grès. Elles sont peu fossilifères et elles ne contiennent que quelques *Ostrea* (*Ostrea dubiensis*, Contej.); elles se relient aux calcaires de Bréquerèque.

GRUPE N° 2. — *Marnes et calcaires à Pholadomya hortulana*, d'Orb., ou *marnes et calcaires du fond du val de Bréquerèque*. — Je désigne sous ce titre les calcaires bleuâtres, marneux, à cassure un peu conchoïde, qui sont exploités comme pierre à chaux au fond du val de Bréquerèque et à Baincthun, où ils forment plusieurs bancs régulièrement stratifiés, séparés les uns des autres par des marnes bleuâtres ou noirâtres.

Leur puissance, d'après les carriers, est très-considérable, mais je ne les ai vus exploités que sur une épaisseur d'environ 10 mètres.

Les fossiles y sont peu nombreux, et je n'ai pu recueillir que les suivants : *Pholadomya hortulana*, d'Orb., *Lavignon rugosa*, d'Orb., *Arca texta*, Rœm., *Pinna granulata*, Sow. L'*Ostrea virgula*, qui pullule dans le groupe n° 3, manque dans le groupe n° 2 ou bien y est excessivement rare.

Les assises kimmériennes s'inclinant à partir du mont Lambert vers le S.-O. ou l'O. (2), les calcaires de Bréquerèque doivent s'enfoncer sous la mer, en face de la falaise du moulin Hubert. Cette falaise n'offre, en effet, entre la Crèche et Boulogne, que les couches plus élevées (groupe n° 3).

GRUPE N° 3. — *Marnes et calcaires à Ammonites longispinus*, Sow., et à *Trigonia Rigauxiana*, Mun.-Ch. — De nombreuses alter-

(1) Les ambulacres du *Pygurus* de Wirvigne, comme ceux du *Pygurus* des calcaires à Astartes de la Haute-Marne (collection Tombeck), sont un peu plus larges que ceux du *Pygurus Blumenbachi* de Tonnerre. Cependant notre savant confrère M. Cotteau a cru devoir rapporter à cette espèce l'exemplaire de Wirvigne que j'ai soumis à son obligeant examen.

(2) *Expl. de la carte géol. de la France*, t. II.

nances de marnes et de calcaires composent le groupe n° 3, sur une épaisseur de 25 à 30 mètres, et renferment en abondance l'*Ostrea virgula* bien typique, allongée et souvent bilobée, ainsi que l'*Ammonites longispinus*, Sow., et la *Trigonia Rigauxiana*, Mun.-Ch., que je n'ai jamais rencontrées, dans le Boulonnais, à des niveaux plus élevés.

Les assises inférieures de ce groupe, composées de marnes bleuâtres ou jaunâtres et de calcaires jaunâtres, recouvrent les marnes et les calcaires de Bréquerèque, sur les coteaux même de Bréquerèque, et sont aussi exploitées pour faire de la chaux. Des sables et des grès leur sont subordonnés à Bréquerèque et à Echingen; un lit de calcaire sableux, qui malheureusement est rarement visible, contient de magnifiques exemplaires avec leur test, de la *Trigonia Rigauxiana*, Mun.-Ch. (1); il renferme aussi des gastéropodes, des Arches et beaucoup d'autres fossiles d'une belle conservation.

Très-développées dans l'intérieur des terres, ces assises inférieures du groupe n° 3 ne se montrent, à la côte, que vers le milieu de la falaise du moulin Hubert, entre Boulogne et la Crèche. Par suite de la courbe convexe que décrivent toutes les couches de cette falaise, elles disparaissent, au nord et au sud, sous les assises plus élevées du même groupe n° 3.

Ces dernières sont composées de nombreuses alternances d'argiles noirâtres quelquefois schisteuses, de calcaires marneux exploités comme ciment, de calcaires argileux bleuâtres pétris de fossiles d'une assez mauvaise conservation; la surface des bancs, lorsqu'elle est un peu désagrégée, est comme hérissée d'*Ostrea virgula* qui forment saillie.

La falaise du moulin Hubert présente un beau développement de ces assises; le souterrain de la tour d'Odre est ouvert au sud, au milieu d'elles, et sort, au nord, dans les assises du groupe n° 5.

Les fossiles les plus fréquents dans le groupe n° 3 sont :

<i>Ammonites longispinus</i> , Sow.	|	<i>Gervillia kimmeridiensis</i> , d'Orb.
— <i>orthocera</i> , d'Orb.		<i>Pinna granulata</i> , Sow.
<i>Pholadomya acuticostata</i> , Sow.		<i>Ostrea virgula</i> (type allongé), d'Orb.
<i>Arca texta</i> , Rœm.		— <i>Bruntrutana</i> , Th.
<i>Trigonia Rigauxiana</i> , Mun.-Ch.		<i>Terebratula subsella</i> , Leym.
<i>Trigonia papillata</i> , Ag.		

(1) Les échantillons qui ont servi de types à M. Munier-Chalmas ont été recueillis dans ce banc par M. Carré et par moi. La *Trigonia Rigauxiana* n'est guère qu'à l'état de moule dans la falaise.

On y rencontre également des débris de sauriens, des crustacés, des Mytilés, des Peignes, des Anomyes, etc.

GRUPE N° 4. — *Sables et grès jaunâtres calcaireux à Trigonie gibbosa*, Sow. (*variété à stries tuberculeuses ou espèce nouvelle*). — Ces sables et ces grès, épais de 3 ou 4 mètres, forment un cordon qui couronne la falaise du moulin Hubert, et qui, par suite de la grande courbure convexe dont j'ai déjà parlé, plonge très-fortement au nord vers la Crèche et s'incline au sud vers Boulogne en suivant à peu près la direction de la route Napoléon; M. Morin, l'un des agents de la compagnie du chemin de fer de Calais, les a rencontrés dans le souterrain de la tour d'Odre, pendant qu'il dirigeait les travaux en notant avec soin les différentes assises qu'il avait à traverser.

Leur teinte jaunâtre, si différente de la teinte noirâtre des couches entre lesquelles ils sont intercalés, saute aux yeux quand on se place à mer basse au pied de la falaise.

Ils sont très-peu fossilifères; cependant nous avons recueilli, M. Morin et moi, à la surface inférieure du banc de grès calcaire immédiatement recouvert par le groupe n° 5, des *Ostrea* (*Ostrea Bruntrutana*, Th.), une *Trigonie* costulée, voisine de la *Trigonie papillata*, Ag., mais à côtes plus fines et plus nombreuses, et une seconde *Trigonie* dont la présence à ce niveau, en plein étage kimmérien, a lieu d'étonner, car elle rappelle par sa forme générale la *Trigonie gibbosa* de Sowerby dont elle n'est peut-être, en effet, que la variété à stries flexueuses subtuberculeuses (1).

GRUPE N° 5. — *Marnes et calcaires à Trigonie cymba*, Contej. ?; *Lumachelles à Ostrea virgula*, d'Orb. (*variété courte*); *argiles schisteuses à Thracia suprajurensis*, Desh. — Des argiles schisteuses noires remplies de petites coquilles bivalves dont le test blan-

(1) La *Trigonie gibbosa* a été déjà citée à différents horizons; M. Contejan la mentionne dans le groupe ptérocérien de l'étage kimmérien des environs de Montbéliard (*Étude sur l'étage kimm. des env. de Montbéliard*); M. H. Tombeck a recueilli, dans le corallifère le plus supérieur de Curmont (Haute-Marne), une *Trigonie* qui en est bien voisine. Il ne faudrait cependant pas trop se presser de rapporter à la *T. gibbosa* de Sowerby ces *Trigonies* de l'étage corallien, de l'étage kimmérien, des calcaires du Barrois, toutes plus ou moins différentes, comme notre *Trigonie* du groupe n° 4, de la *T. gibbosa* du groupe n° 8. Nous allons retrouver, dans le groupe n° 6, des *Trigonies* confondues toujours avec cette dernière, qui me paraissent

châtre est écrasé, des lumachelles remplies d'*Ostrea virgula* et des calcaires bleuâtres caractérisés par de grandes Trigonies clavellées [*Trigonia cymba*, Contej.? (1)] et d'autres fossiles, recouvrent, sur une épaisseur de 15 à 20 mètres environ, les sables et les grès jaunâtres que j'ai désignés par le n° 4.

Les fossiles qui paraissent spéciaux au groupe n° 5 sont l'*Ammonites mutabilis*, d'Orb., non Sow., la *Thracia suprajurensis*, Desh., et la grande Trigonie clavellée dont je viens de parler.

C'est aussi à ce niveau que l'on rencontre le *Pygaster macrocyphus*, Des., dont je possède un énorme exemplaire.

A ces divers fossiles sont associées la *Pholadomya acuticostata*, Sow., la *Gervillia kimmeridiensis*, d'Orb., la *Pinna granulata*, Sow., la *Trigonia papillata*, Ag. (espèces déjà citées dans le groupe n° 3).

On y trouve aussi beaucoup de vertèbres et autres débris de sauriens.

L'*Ostrea virgula*, dont certaines couches de ce groupe sont presque entièrement composées, est ordinairement moins allongée et plus renflée que l'*Ostrea virgula* du groupe n° 3.

Dans l'anse qui précède la Crèche, on voit les argiles schisteuses et les calcaires qui s'y rattachent plonger très-fortement au N., comme les couches sous-jacentes, d'environ 30° N., 25° O.

Par suite de la courbe convexe de tout le système, elles plongent en sens inverse, mais moins fortement au S., et elles forment la falaise située derrière l'hôtel du Pavillon, où les éboulements et la végétation les cachent presque complètement.

C'est au milieu d'elles que s'ouvre au nord le souterrain de la tour d'Odre.

Elles constituent également la falaise de Châtillon, dont le haut seulement nous montre les assises inférieures du groupe n° 6, et elles s'enfoncent, vers le fort du mont de Couple, sous ce groupe qui

constituer des espèces nouvelles, caractéristiques, à Boulogne et ailleurs, de ce niveau. Le type de Trigonie auquel appartient la *Trigonia gibbosa* aurait donc des représentants à des niveaux très-différents; nous le voyons se modifier à chacun d'eux, et il est à remarquer qu'à Boulogne il paraît spécial aux dépôts sableux, puisqu'il se montre dans les assises sableuses (groupes 4, 6, 8 et 9), tandis que je ne l'ai pas rencontré dans les assises argileuses (groupes 5 et 7).

(1) C'est avec doute que je donne le nom de *Trigonia cymba*, Contej., aux grandes Trigonies clavellées si communes dans le groupe n° 5. Peut-être pourrait-on les rapprocher de la *Trigonia suevica*, Quenst.; elles diffèrent des Trigonies clavellées du Havre, et je ne crois pas pouvoir les rapporter à la *Trigonia muricata*, Roem.

plonge au sud. Là encore, elles sont cachées par les éboulements et par la végétation qui rendent cette partie de la falaise difficile à étudier. Il paraît y avoir, dans cet endroit, une courbe sans solution de continuité comme à la Crèche, plutôt qu'une faille, et c'est par suite d'un plongement rapide au S., qu'en approchant du Portel on rencontre au pied de la falaise les assises du groupe n° 6 qui couronnent la falaise de Châtillon.

Nous retrouvons encore le groupe n° 5 avec ses grandes Trigonies clavellées, au pied de la falaise du cap Gris-Nez, sous les sables et les grès du groupe n° 6.

GRUPE N° 6. — A. *Sables et grès à Ammonites gigas, Ziet.* — B. *Poudingue à Trigonina Pellati, Mun.-Ch.* — *Argiles glauconieuses à Perna Suessii, Opper (1).* — *Sables argileux à Natica Marcousana, d'Orb., et à Perna Suessii, Opper, et sables et grès à Pterocera Oceani, Brongn., et à Natica Marcousana, d'Orb.* — Ce groupe est le plus complexe sous le rapport des caractères pétrologiques, le plus riche en fossiles et le moins connu.

Composé de sables, de grès et d'argiles, il est fort difficile à étudier dans les falaises, où les sables sont enlevés par l'action des vagues et glissent quand il y a des courbures semblables à celles de la Crèche. Les grès éboulés et entassés au pied des falaises forment, en effet, au cap Gris-Nez, à la Crèche et entre le Portel et Ningle, un chaos aussi pénible à franchir pour le promeneur que difficile à débrouiller pour le géologue.

La composition de ce groupe est de plus très-variable : les grès s'y présentent rarement en bancs réguliers ; ils forment le plus souvent des lentilles, des rognons, et ils sont alors un accident au milieu des sables ; le poudingue à *Trigonina Pellati* est quelquefois remplacé par un conglomérat argilo-sableux ; les grès et les sables à *Pterocera Oceani* et à *Natica Marcousana* ne sont pas plus constants, et, tandis qu'à la Crèche ils sont très-développés, à peu de distance, à Terlincthun, ils sont représentés par des sables argileux.

Nous verrons à la fin de cette note que le groupe n° 6, avec lequel commence à Boulogne, comme partout, une nouvelle

(1) Je désigne sous le nom de *Perna Suessii* que lui a donné Opper (*Die Juraformation*) la *Perna* si fréquente dans les assises supérieures (couche B) du groupe 6° : peut-être, cependant, devra-t-on la rapporter à la *Perna rugosa*, Goldf.

faune, est le plus intéressant comme point de repère pouvant servir à la parallélisation avec d'autres contrées.

Bien que son épaisseur ne dépasse pas ordinairement 15 mètres, on peut y établir, comme dans l'Yonne, la Haute-Marne et la Meuse, deux sous-divisions :

La première caractérisée par l'*Ammonites gigas* ;

La seconde caractérisée par le *Pterocera Oceani*, Brong., la *Natica Marcousana*, d'Orb., la *Cyprina Brongniarti*, P. et Ren., et par tout un ensemble de fossiles que nous retrouvons dans l'Yonne, dans la Meuse, dans la Haute-Marne, comme à Boulogne, au-dessus de l'*Ammonites gigas*.

Dans les contrées que je viens de citer, chacun de ces horizons a quelquefois 100 mètres d'épaisseur.

A. *Sables et grès à Ammonites gigas*. — Cette sous-division inférieure du groupe n° 6 a une épaisseur assez variable ; au mont Lambert, au sommet de la falaise de Châtillon et à la Crèche, où nous allons les étudier successivement, les sables et grès à *Ammonites gigas* n'ont pas plus de 6 à 8 mètres.

M. Elie de Beaumont a consacré les lignes suivantes aux grès du mont Lambert (1) :

« Les marnes kimmériennes sont recouvertes par un grès calcaire un peu chlorité, qui ne forme peut-être que de gros rognons soit dans leurs assises supérieures, soit dans les sables qui les recouvrent immédiatement. Ce grès, qui se montre particulièrement sur la route de Baincthun à Boulogne, au pied N.-E. du fort du mont Lambert, peut être considéré comme un calcaire sableux ou siliceux, parce que le ciment calcaire est très-abondant ; il est d'un gris très-légèrement bleuâtre, à texture grenue et à cassure droite, d'autres fois d'un gris bleuâtre foncé et à cassure inégale avec beaucoup de points brillants ; il se désagrège avec effervescence dans l'acide nitrique, en laissant pour résidu un sable quartzéux

(1) Fitton cite les carrières du mont Lambert comme offrant sous forme de masses concrétionnées enveloppées de sables, l'équivalent géologique du calcaire sub-oolitique de l'île de Portland (*Bull. Soc. géol.*, 4^{re} sér., t. X, p. 436) ; il donne comme un autre équivalent de ce calcaire les couches à *Natices* (groupe n° 8). Si ce sont les grès à *Ammonites gigas* exploités actuellement au mont Lambert qu'il met ainsi au niveau des couches à petites *Natices*, il méconnaît leur place véritable, puisqu'ils en sont séparés par le massif argilo-sableux (groupe n° 7) ; mais il veut parler très-probablement de couches plus élevées qu'il aura rencontrées au sommet du mont Lambert et qui sont peu visibles actuellement.

» mélangé de quelques grains verts qui sont comparativement peu
 » nombreux ; les uns et les autres sont très-fins. Ce grès, dont cer-
 » tains échantillons ont tout à fait l'apparence oolitique, n'est
 » autre chose que le faux grès de Monnet et le grès spathique de
 » M. de Bonnard. On y trouve quelquefois beaucoup de petites
 » ostracées (*Exogyra virgula* et *Ostrea Bruntrutana*) et des Ammo-
 » nites. Les coquilles deviennent surtout très-communes dans les
 » parties supérieures, où le grès siliceux, prenant une teinte d'un
 » gris jaunâtre, renferme une énorme quantité de petites Ostracées
 » et des Ammonites souvent très-grandes, qui sont transformées en
 » chaux carbonatée laminaire. En approchant de Boulogne, on
 » trouve encore, sur la pente ouest du mont Lambert, des carrières
 » ouvertes dans le même grès qui y renferme d'assez nombreux
 » fossiles, tels que la *Trigonia gibbosa* (1), *Ammonites giganteus* (2).
 » Le test de ces fossiles est en partie à l'état de calcaire spathique
 » et en partie blanc et friable... Sa puissance n'excède jamais
 » 10 mètres » (3).

J'ai relevé dans une des carrières du mont Lambert la coupe suivante :

- 1° Calcaire marneux et sableux gris jaunâtre rempli de *Perna Suessii*, Oppel.
- 2° Sable jaunâtre.
- 3° Lentilles de grès ou plaquettes à *Trigonia Micheloti*, de Loriol.
- 4° Argile verdâtre à *Perna Suessii*, Oppel.
- 5° Sable avec *P. Suessii*, petites Corbules, *Ostrea virgula*, var.,
O. Bruntrutana, Th., dents de *Pycnodus* (4).
- 6° Lentilles de grès à *Ammonites gigas*, (1^m, 60).
- 7° Sable.
- 8° Grès bleuâtre ou jaunâtre à *A. gigas* (1 mètre).
- 9° Argile (0^m, 50).
- 10° Grès bleuâtre très-calcaire rempli de petites Anomyes.

Les grès exploités forment dans cette carrière plutôt trois niveaux de lentilles que trois bancs réguliers.

(1) Cette Trigonie, que M. de Loriol veut bien, à ma prière, dédier à M. Michelot, a été confondue à tort, suivant moi, avec la *Trigonia gibbosa*, Sow.; elle est plus allongée et elle s'en distingue par ses rides flexueuses, visibles surtout près du crochet et vers la partie antérieure et non pointillées.

(2) C'est l'*Ammonites gigas*, Ziet.; l'*A. giganteus*, Sow., se trouve beaucoup plus haut (groupe 8°).

(3) *Expl. de la carte géol. de la France*, t. II.

(4) Ce sable, avec ses fossiles blancs et friables, ressemble aux sables tertiaires du bassin de Paris.

Dans des carrières plus rapprochées de Baincthun, au-dessous de sables argileux verdâtres à *Perna Suessii*, on a des plaquettes de grès couvertes de Trigonies (*Trigonia Micheloti*, de Lorient), de petites Corbules, de Corbicelles, etc., etc. Au-dessous de ces plaquettes viennent des sables et des grès avec d'énormes *Ammonites gigas*, et peut-être aussi l'*A. Gravesianus*, d'Orb.

Au mont Lambert et à Baincthun, une variété de l'*Ostrea virgula* est associée à l'*Ammonites gigas* (1).

Les grès à *Ammonites gigas* recouvrent, au sommet de la falaise de Châtillon, le groupe n° 5. Ils ont été exploités récemment pour les travaux du port de Boulogne ; des traces d'anciennes exploitations se voient encore tout le long de la falaise ; mais des sables plus ou moins remaniés sont à peu près tout ce qui y reste de ces couches, caractérisées comme au mont Lambert par l'*Ammonites gigas* et qui m'ont donné l'*Ammonites suprajurensis*, d'Orb. On rencontre dans les grès de Châtillon beaucoup de débris de végétaux qui se présentent sous forme de lignite fibreux ou en fragments ressemblant « à de la braise de boulanger » (2).

Nous retrouvons les sables et grès à *Ammonites gigas* de l'autre

(1) La présence de l'*Ostrea virgula* au niveau de l'*Ammonites gigas* est un fait bien connu, mais on peut remarquer que cette *Ostrea virgula* n'est plus l'*O. virgula* allongée des couches sous-jacentes. Pendant la Réunion extraordinaire à Besançon, la Société géologique a constaté à ce niveau une lumachelle à *O. virgula très-petite* (*Bull.*, 2^e sér., t. XVII); M. Buvignier, après avoir dit que les calcaires du Barrois sont intimement liés aux assises kimmériennes et qu'il est difficile d'établir la limite qui les sépare, ajoute qu'on trouve à la base de ces calcaires des lits à *O. virgula* et qu'elles y sont généralement plus petites que dans les couches kimmériennes (*Géol. de la Meuse*, p. 374); le même fait peut être constaté dans les couches à *Ammonites gigas* de l'Yonne et de la Haute-Marne. L'*Ostrea virgula*, dont le vrai type allongé pullule, à Boulogne, dans le groupe n° 3, est très-rare dans les sables et les grès du groupe n° 4, est déjà un peu différente (plus courte, plus renflée) dans les argiles kimmériennes du groupe n° 5, et vient finir à Boulogne comme ailleurs dans le groupe n° 6 (niveau des calcaires du Barrois), sous forme de variété très-petite, très-courte, renflée, bien différente du type kimmérien. J'ai recueilli récemment la même variété d'*Ostrea virgula* dans les calcaires lithographiques à *Zamites Feneonis* de Morestel (Isère) et dans les calcaires lithographiques à poissons de Creys sur les bords du Rhône, près du célèbre gisement de Cirin. Ces calcaires ont été rapportés généralement, comme ceux de Solenhofen, à l'étage corallien ; ils paraissent pouvoir être rapprochés des calcaires du Barrois.

(2) Rozet, *loc. cit.*, p. 57.

côté du port de Boulogne, vers la tour d'Odre, au sommet de la falaise; mais, le sol étant couvert de végétation ou étant caché par des constructions ou des débris de fortifications, il est impossible de voir ce qui reste de ces grès qui ont dû être exploités très-anciennement, comme à Châtillon.

Les sables et grès à *Ammonites gigas* ne paraissent pas avoir été cités à la Crèche dont les grès ont été considérés comme un accident au milieu des argiles kimmériennes et n'ont pas été reconnus comme l'équivalent des grès du mont Lambert. Je n'hésite pas, cependant, à mettre au niveau de ces derniers les grès de la Crèche, supérieurs aux argiles schisteuses du groupes n° 5. Nous les voyons plonger d'abord très-fortement au nord, comme toutes les couches de la Crèche, pour reprendre bientôt à peu près leur horizontalité, tout en continuant de s'enfoncer légèrement vers le nord. Les sables ont glissé et ont été enlevés par les vagues; mais les grès sont restés en place et ils constituent la pointe avancée du cap sur laquelle est bâti le fort de la Crèche. Au lieu d'être en rognons, comme au mont Lambert et ailleurs, ils forment un ou plusieurs bancs très-durs, qui ont résisté facilement à l'action destructive de la mer.

Le même dépôt est très-développé dans la falaise du cap Gris-Nez. Les grès sont disposés en énormes rognons mamelonnés, et, lorsque les sables enlevés par les vagues ont disparu, ces rognons devenus isolés et souvent empilés les uns sur les autres produisent les effets les plus pittoresques (1).

Au Gris-nez et à la Crèche, les grès sont couverts d'ondulations régulières, empreintes des vagues des anciennes mers, identiques avec celles que nous voyons sur les rivages de l'époque actuelle.

B. *Poudingue à Trigonina Pellati, Mun.-Ch.* — *Argiles glauconieuses à Perna Suessii, Oppel.* — *Sables argileux à Natica Marcousana, d'Orb., et à Perna Suessii, Oppel, et sables et grès à Pterocera Oceani, Brongn., et à Natica Marcousana, d'Orb.,*

Les diverses assises qui constituent la sous-division supérieure du groupe n° 6 n'ont guère plus de 8 mètres. Elles sont peu régulières et souvent développées les unes aux dépens des autres.

(1) M. Alb. Gaudry qui, lors de mon premier voyage à Boulogne, eut l'extrême obligeance de me donner des renseignements, dont je n'ai eu qu'à constater l'exactitude, me faisait remarquer avec raison que les grès mamelonnés du Gris-Nez, amoncelés au pied de la falaise, doivent ressembler, de loin, aux maisons égyptiennes à coupoles des bords du Nil.

Poudingue à Trigonía Pellati, Mun.-Ch. — Ce poudingue ou conglomérat à gros galets de quartz blanc, à fragments de grès, rempli de coquilles brisées ou entières, quelquefois ferrugineux, ordinairement très-dur, intercalé dans des sables jaunâtres, est caractérisé par une énorme quantité de *Trigonía Pellati, Mun.-Ch.*

Son épaisseur est variable ; il est très-bien développé au pied de la falaise entre le Portel et Ningle et à Ningle même, où il est épais de plus d'un mètre. On le retrouve, à l'état de roche pourrie, dans les déblais des anciennes exploitations de grès à *Ammonites gigas*, au sommet de la falaise de Châtillon.

Ses fossiles principaux sont : *Natica Marcousana*, d'Orb., *Trigonía Pellati, Mun.-Ch.* (1), *T. Micheloti*, de Loriol (2), *T. bolognensis*, de Loriol (3), *T. Glasvillei, Mun.-Ch.*, *T. barrensis, Buv.*, *Perna Suessii, Opperl*, *Gervillia linearis, Buv.*, *Mytilus Morrisii, Sharpe*, *Ostrea virgula*, d'Orb. (variété courte et renflée).

On y rencontre, de plus, une Corbule qui rappelle beaucoup la *Neæra mosensis, Buv.*, des Cyprines, des Corbicelles, etc.

Il est remplacé à Terlincthun par un conglomérat argilo-sableux, rempli comme lui, de *Trigonía Pellati*.

Conglomérat d'Outreau. — A Outreau, près de Boulogne, un conglomérat coquillier jaunâtre, intercalé dans des sables argileux à *Perna Suessii, Opperl*, m'a donné les fossiles suivants : *Ammonites bplex, Sow.*, ou *A. rotundus, Sow.*, *Cyprina Brongniarti, P. et Ren.*, *Pecten nudus, Buv.*, *Trigonía barrensis, Buv.*, *Trigonía Micheloti*, de Loriol, *Avicula Credneriana*, de Loriol, *Mytilus Morrisii, Sharpe*, *Ostrea Bruntrutana, Th.*, *O. virgula*, var. courte et renflée, *Anomya suprajurensis, Buv.*

Le superbe *Mytilus* dans lequel M. de Loriol a reconnu avec certitude le *Mytilus Morrisii, Sharpe (espèce du Portugal)*, est très-commun dans cette couche. Il a été probablement souvent confondu avec le *Mytilus pectinatus, Sow. (Mytilus subpectinatus, d'Orb.)*, qu'il rappelle un peu par sa forme et par son ornementation.

(1) La *Trigonía Pellati* a été rencontrée dans la Haute-Marne, au niveau de l'*Ammonites gigas* ou un peu au-dessus (collection Tombeck et la mienne).

(2) Quelques échantillons se rapprochent beaucoup de la *Trigonía gibbosa*.

(3) J'ai cru devoir signaler à M. de Loriol, comme espèce nouvelle à établir, cette Trigonie, bien voisine encore de la *Trigonía gibbosa*, que M. Sæmann me dit exister au même niveau à Auxerre.

Argiles glauconieuses à Perna Suessii, Opper. — Ces argiles, remplies de Pernes, n'existent pas toujours; à la Crèche, elles sont verdâtres ou noirâtres, sableuses et très-glauconieuses.

Sables argileux à Natica Marcousana, d'Orb., et *Sables et grès à Pterocera Oceani*, Brong., à *Natica Marcousana*, d'Orb., et à *Perna Suessii*, Opper. — On a, dans la tranchée de Terlincthun, au-dessus du conglomérat à *Trigonia Pellati*, des sables argileux, jaunâtres ou verdâtres, remplis de fossiles d'une aussi belle conservation que les fossiles tertiaires du bassin de Paris et souvent encore ornés de leurs couleurs (1). Beaucoup sont nouveaux; les plus caractéristiques sont: *Natica Marcousana*, d'Orb., *Neritoma sinuosa*, Morris, *Nerita transversa*, Von Seeb., *Delphinula vivauzea*, Buv., *Cerithium trinodula*, Buv., *Orthostoma Buvignieri*, de Lor., *Trigonia concentrica*, Ag., *T. barrensis*, Buv., *T. Micheloti*, de Loriol, *Avicula Credneriana*, de Loriol, *Perna Suessii*, Opper.

A la Crèche et entre le Portel et Ningle, le dépôt de Terlincthun est remplacé par des sables et des grès calcaires jaunâtres ou bleuâtres très-durs, contenant à peu près la même faune et caractérisés par: *Natica Marcousana*, d'Orb., *Pterocera Oceani*, Brong., *Cyprina Brongniarti*, P. et Ren., *Mytilus Morrisii*, Sharpe, *Avicula Credneriana*, de Lor., *Ostrea virgula*, var. courte et renflée, *Hemicidaris purbeckensis*, Forb.

J'y ai de plus recueilli beaucoup de gastéropodes (*Delphinula vivauzea*, Buv., *Cerithium trinodula*, Buv., *Orthostoma Buvignieri*, de Lor., etc., etc.), et des *Ostrea* de forme très-singulière.

A Ningle, on voit souvent, à la surface des blocs de grès à Pterocères et à *Natica Marcousana*, des groupes d'*Hemicidaris purbeckensis*, Forb., avec tous leurs piquants; la dureté excessive des grès les rend difficiles à extraire. M. Boisdin, zélé collectionneur de Boulogne, a recueilli à Outreau, dans des sables, d'autres *Hemicidaris* avec leurs piquants encore adhérents et des fragments d'astéries.

GRUPE N° 7. — A. *Argiles à petits Cardium globuleux* (*Cardium Morinicum*, de Loriol). — B. *Argiles glauconieuses à grandes Huitres* (*Ostrea expansa*, Sow.) et *calcaires glauconieux*. — Ce massif marneux contraste par sa couleur noirâtre avec la teinte jaunâtre des sables et grès sous-jacents et des sables et cal-

(1) « J'ai pu consacrer récemment une journée à l'exploration de » ce magnifique gisement qui, à l'heure qu'il est, doit avoir disparu; » j'y ai recueilli une trentaine d'espèces. »

caires sableux qui le recouvrent. Son épaisseur, qui paraît assez variable, est de 15 à 20 mètres.

A. *Argiles à petits Cardium* (*Cardium Morinicum*, de Loriol.) — Ces argiles forment un niveau très-constant que l'on rencontre sous le phare d'Alpreck, sous le fort du mont du Couple et au nord de la Crèche. On les retrouve vers la tour du Renard, près d'Outreau et dans la tranchée de Terlinethun.

Au nord de la Crèche elles atteignent le pied de la falaise et elles disparaissent bientôt, par suite de leur plongement au nord, sous les *Argiles à grandes Huîtres*.

La réapparition des argiles, quand on a franchi le cap de la Crèche, pourrait au premier abord faire croire à l'existence d'une faille, mais il est facile de s'assurer qu'il n'y a là que la grande courbure sans solution de continuité et que ces argiles sont plus récentes que les grès à *Pterocera Oceani* et à *Natica Marcousana*.

On y rencontre un grand nombre de moules de coquilles bivalves à surface polie, composés d'un calcaire sablonneux noir, qu'on pourrait prendre, à première vue, pour des morceaux de silex noir (1). Ces moules appartiennent à des *Astartes*, aux petits *Cardium* globuleux (*Cardium Morinicum*, de Lor.), essentiellement caractéristiques de ce niveau, à des *Panopées* (*Panopœa Voltzii*, Ag.)

Avec ces fossiles j'ai rencontré : *Belemnites Souichii*, d'Orb., *Ammonites bplex*, Sow., *Pinna barvensis*, Buv.

Au nord de la Crèche, à mer basse, où il est le plus facile d'étudier ces argiles, on pourrait se croire sur la plage de Wissant, près du cap Gris-nez. Les fossiles, à l'état de moules avec traces de test blanchâtre, rappellent en effet les fossiles du gault de cette localité.

B. *Argiles glauconieuses à grandes Huîtres* (*Ostrea expansa*, Sow.), et *calcaires glauconieux*. — C'est encore à mer basse, entre la Crèche et la tour Croi, qu'on peut le mieux étudier ces couches qui, d'abord argilo-sableuses, remplies de grains glauconieux (silicate de protoxyde de fer) ou presque à l'état de grès glauconieux noir ou vert très-foncé, passent insensiblement à des calcaires grisâtres ou noirâtres également très-glauconieux. On les voit plonger vers la tour Croi et disparaître à la pointe de la falaise, sous les assises du

(1) Fitton a cité la présence de ces moules noirs comme un trait de ressemblance avec le Portland-sand (*Bull. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. X, p. 444; voy. aussi *Expl. de la carte géol. de la France*, t. II, p. 572).

groupe n° 8. Nous les retrouvons sous le fort du mont de Couple et sous le phare d'Alpreck.

L'*Ostrea expansa*, Sow., y est excessivement abondante; c'est elle qui, prise généralement pour l'*Ostrea deltoidea*, les a fait désigner jusqu'à présent sous le nom d'argiles à *Ostrea deltoidea* (1). On trouve bien à ce niveau une *Ostrea* de forme deltoïde qui pourrait être rapportée à cette *Ostrea*, mais elle y est excessivement rare et je n'en ai rencontré que deux exemplaires, l'un entre la Crèche et la tour Croi, l'autre sous le fort du mont de Couple; c'est probablement une variété de l'*O. expansa*.

Les fossiles que l'on rencontre le plus fréquemment avec l'*Ostrea expansa*, Sow., et l'*Ostrea Hellica*, d'Orb. (peut-être variété de l'espèce précédente), sont: *Ammonites bplex*, Sow., *Pholadomya tumida*, Ag., *Panopœa Woltzii*, Ag., *Thracia depressa*, Morris, *Avicula Octavia*, d'Orb., *Perna Bouchardi*, Opper (sous le nom de *P. quadrata* dans les listes de Fitton), *Pecten lamellosus*, Sow.?, *P. Morinicus*, de Loriol, *Lima boloniensis*, de Loriol, *Placunopsis Lycetti*, de Loriol, *Ostrea Thurmanni*, Étall., *Acrosalenia Kœnigii*, Wr.

Des calcaires noirâtres glauconieux remplacent peu à peu les marnes et sont remplis de *Lima boloniensis*, de Lor., et d'autres fossiles.

GRUPE N° 8. — A. Sables et calcaires glauconieux à *Astarte Sæmanni*, de Loriol. — Sables et calcaires sableux à moules de grands *Cardium* (*C. Pellati*, de Loriol). — B. Sables et calcaires sableux à petites *Natices* (*Natica Ceres*, de Loriol). — Une assise de calcaire sableux, glauconieux, de couleur grisâtre, à petits galets noirs, relie d'une manière très-étroite le groupe n° 7 au groupe n° 8 et peut être rattachée à l'un aussi bien qu'à l'autre.

Elle contient quelques-uns des fossiles du groupe n° 7 (*Pholadomya tumida*, Ag., *Panopœa Woltzii*, Ag.) et elle est caractérisée par l'*Astarte Sæmanni*, de Loriol.

Les couches qui la recouvrent sont, sur une épaisseur de 6 mètres, des sables et des calcaires sableux ou des grès calcarifères.

Les plus basses (couches A) sont composées de sables verdâtres et de calcaires sablonneux concrétionnés verdâtres ou bleuâtres, remplis de moules de gros *Cardium* [*C. Pellati*, de Loriol, et, peut-être aussi, *C. dissimile*, Sow. (2)]. On y rencontre d'énormes

(1) J'ai souvent eu l'occasion, depuis mon premier voyage à Boulogne en 1862, de signaler cette erreur. Fitton a, du reste, cité dans ses listes, l'*Ostrea expansa* (*Bull. Soc. géol.* 1^{re} série, t. X).

(2) Quelques-uns de ces moules de *Cardium* sont moins allongés

Ammonites (*A. giganteus*, Sow.?), des moules de Trigonies, la *Thracia depressa*, Morris, la *Lima rustica*, Sow., etc.

Les sables qui sont au-dessus (couches B) ont une teinte plus jaunâtre, sont caractérisés par de nombreuses petites Natices (sommet de la falaise d'Alpreck) et contiennent des lits de calcaires sableux jaunâtres très-fossilifères, paraissant composés presque entièrement de débris de coquilles.

Les couches à Natices renferment, sous le phare d'Alpreck, une faune très-intéressante et d'une belle conservation : *Natica Ceres*, de Loriol, *N. elegans*, Sow., *N. Hebertina*, d'Orb. ? *Cerithium portlandicum*, d'Orb. (*Terebra portlandica*, Sow.), *Corbicella Pellati*, de Loriol, *Lucina portlandica*, Sow., *Cardium Pellati*, de Loriol, *Trigonia gibbosa*, Sow., type, *T. incurva*, Benett (*T. Heberti*, Mun.-Ch.), *T. Carrei*, Mun.-Ch., *T. Radiata*, Benett (*T. Ferryi*, Mun.-Ch.).

On y trouve en outre des vertèbres, des dents de *Pycnodus*, des *Pecten*, des *Ostrea*, etc.

C'est sous le phare d'Alpreck et à la pointe de la falaise vers Wimereux, qu'on peut le mieux étudier les couches à grands *Cardium* et à Natices. Sur ce dernier point elles atteignent le niveau de la mer, et elles nous donnent le contact avec le groupe n° 9 qui manque à Alpreck.

GRUPE N° 9. — Sables et calcaires sableux à *Serpula coacervata*, Blum. — Couche Cycladifère et à Cypris de Fitton. — Sables, grès, calcaire concrétionné (travertin). — Une liaison étroite existe entre le groupe n° 8 et le groupe n° 9, dont l'épaisseur ne paraît pas dépasser 3 ou 4 mètres.

On voit, en effet, au sommet de la Crèche et à la pointe de la falaise qui fait face à la tour Croï, les couches à Natices et à *Cardium Pellati*, de Loriol, se remplir peu à peu de *Serpula coacervata*, Blum., ou plutôt, alterner avec des lits remplis de cette Serpule (1).

que ceux du *Cardium Pellati*, de Lor., et pourraient être rapportés, d'après leur forme générale, au *Cardium dissimile*, Sow.; je n'en ai pas les tests, mais, comme me l'a fait remarquer M. Sæmann, les tests du *Cardium* allongé que j'ai recueilli à Alpreck ne présentent jamais les stries du *Cardium dissimile*, et ne sauraient être confondus avec lui.

(1) Ce sont probablement ces Serpules qui ont été prises pour des Dentales (*Bull. Soc. géol.*, 4^{re} sér., t. X, Réunion extraordinaire à Boulogne).

Ces couches à *Serpula coacervata*, qui ont une ressemblance frappante avec le *Serpulit* du Hanovre, renferment quelques fossiles des couches sous-jacentes et d'autres fossiles qui leur sont propres (1).

J'y ai recueilli : *Cerithium Manselli*, de Loriol (identique, d'après M. de Loriol, avec un individu qu'il possède du Purbeck d'Angleterre), *C. pseudoexcavatum*, de Loriol, *Corbicella Pellati*, de Loriol (espèce déjà citée dans le groupe 8°), *Cardium dissimile*, Sow., *Trigonia gibbosa*, Sow. (var. tuberculeuse), *Mytilus Morinicus*, de Loriol, *Cyprina*, *Corbula*, *Echinobrissus Haimeii*, Wr.

On aurait donc là un mélange d'espèces du *Portland-stone* et des *Purbeck-beds*, un faciès marin de ces derniers.

Au-dessus de ce *Serpulit*, au milieu de sables blanchâtres, on rencontre une couche presque entièrement composée de petites coquilles bivalves (*Astarte socialis*, d'Orb.).

Au sommet de la Crèche, les petites carrières où Fitton a étudié les couches qu'il a rapportées au Purbeck, et dont il a donné la coupe (2), n'existent plus; déjà, en 1839, il avait eu de la peine à retrouver toutes les couches qu'il avait citées précédemment. On peut encore voir, cependant, au sommet de la Crèche, dans les débris de ces anciennes carrières, la couche à *Astarte socialis*, d'Orb. (sans doute sa couche cycladifère et à *Cypris*) et le calcaire concrétionné qu'il a mentionné dans ses coupes.

GRUPE N° 10. — *Sables et fer hydraté à Cyrènes. Argiles panachées.* — Je ne mentionne ici les sables, les minerais de fer hydraté et les argiles qui recouvrent les couches n° 9, entre la Crèche et la pointe de la falaise vers Wimereux, que pour appeler l'attention sur une découverte qui est due à M. Ch. Sainte-Claire Deville. Les fossiles sont excessivement rares dans ces minerais de fer. Rozet déclare qu'il n'en a jamais trouvé et que tous les naturalistes de Boulogne ont été aussi malheureux que lui (3); Fitton, qui paraît avoir cherché soigneusement, cite deux coquilles spiri-

(1) La *Serpula coacervata* elle-même, que je cite comme fossile caractéristique, n'est pas exclusivement propre à ces couches; j'en ai vu des traces dans le groupe 8° et dans les couches à *Natica Marcousana* (groupe 6°). Cependant, d'après les idées que j'ai énoncées au commencement de ce travail, j'ai cru pouvoir m'en servir pour caractériser le niveau où elle pullule.

(2) *Bull. Soc. géol., loco citato.*

(3) *Description géognostique du Bas-Boulois.*

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

formes (*Paludina* ou *Melanopsis*) et une Astarte comme ayant été trouvées près de la pointe de Wimereux (1).

M. Ch. Sainte-Claire Deville avait remarqué des coquilles dans les minerais de fer des environs d'Equihen ; il a bien voulu m'y conduire, et, dans les échantillons que j'ai recueillis, M. Deshayes n'a pas hésité à reconnaître une Cyrène. Cette Cyrène rappelle la *Cyrena fossulata*, Corn., de l'oolite vacuolaire de la Haute-Marne, mais elle est plus allongée.

Il serait du plus haut intérêt d'étudier à Boulogne et dans le pays de Bray ces couches placées à la limite du terrain jurassique et du terrain crétacé, et de savoir si les sables avec fer hydraté représentent les Hasting's-sands, si les argiles bariolées sont les argiles wealdiennes.

Les dépôts que j'ai énumérés dans cette note nous ont présenté une assez grande variété sous le rapport de leur composition minéralogique. Nous avons vu des marnes et des calcaires alterner plusieurs fois avec des sables et des grès, et ces derniers finir par dominer.

Cette variété de sédiments, cet état arénacé de plusieurs assises dont les sables rappellent les dunes actuelles, peut s'expliquer par le voisinage du massif paléozoïque de Ferques et de Marquise, qui formait sans doute dans la mer jurassique un cap avancé se reliant aux contrées alors émergées de l'Ardenne et du Hainaut (2).

La proximité des lignes littorales, à laquelle le savant auteur de la carte géologique de la France attribue la faible épaisseur des assises jurassiques du Bas-Boulonnais (3), peut aussi expliquer le peu de développement des couches à *Ammonites gigas* et à *Natica Marcousana*, réduites, près de Boulogne (4), à une vingtaine de mètres environ, tandis qu'elles atteignent jusqu'à 200 mètres d'épaisseur dans la Meuse, dans la Haute-Marne et dans l'Yonne. Ordinairement en effet, quand on s'éloigne des rivages, l'uniformité devient plus grande dans les dépôts, les groupes de couches tendent à s'effacer, l'épaisseur de certaines assises augmente, et il

(1) *Bull. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. X.

(2) *Explication de la carte géol. de la France*, t. II.

(3) *Ibid.*

(4) L'épaisseur des sables et des grès à *Ammonites gigas* est très-variable dans le Bas-Boulonnais ; ils sont plus puissants au cap Gris-Nez qu'aux environs de Boulogne.

arrive quelquefois qu'un groupe se développe aux dépens d'un ou de plusieurs autres. C'est ainsi que, tandis qu'à Boulogne le retour de sédiments vaseux ramenait dans les assises n° 7 une faune d'apparence kimmérienne et anéantissait assez brusquement la faune caractérisée par l'*Ammonites gigas*, la *Natica Marcousana*, la *Cyprina Brongiarti* (la faune, en un mot, des calcaires du Barrois), cette même faune a pu se développer à l'est et au sud du bassin parisien, dans une mer plus tranquille, plus profonde, et dans des conditions meilleures, sur une épaisseur, je le répète, quelquefois de 200 mètres.

Je suis amené, malgré moi, à dire quelques mots de la parallélisation possible de mes divisions toutes locales avec celles adoptées pour d'autres contrées.

Le grès glauconieux de Wirvigne que j'ai mentionné, bien qu'il ne se montre pas dans les falaises de Boulogne, ni même dans les environs immédiats de cette ville, me paraît correspondre au coral-rag de Tonnerre (carrière de la Reine). Le *Pygurus Blumenbachi* et le *Pseudodiadema mammilatum*, qui se trouvent également dans ce grès et dans le coral-rag de Tonnerre, permettent, je crois, ce rapprochement. On aurait donc, dans le Bas-Boulonnais, un représentant de ce coral-rag dont la place, dans la série stratigraphique, est depuis quelque temps l'objet d'un grand désaccord. On sait, en effet, que, pour quelques géologues, il appartient à l'étage corallier de la Meuse, de la Haute-Saône, du Jura, et que pour d'autres, il est supérieur à cet étage et fait partie de l'étage séquanien du Jura. Ce dernier étage est peut-être représenté dans le Boulonnais par les argiles sableuses qui se relieut aux grès de Wirvigne et dans lesquelles M. Michelot a cru reconnaître l'*Ostrea aubiensis*, Cont. (espèce séquanienne), et des oursins également séquaniens. Peut-être aussi, pourrait-on rapprocher des calcaires à Astartes les calcaires de Bréquerèque (groupe n° 2); les fossiles y sont assez rares, et, à défaut de preuves contraires, je serais disposé à les rattacher plutôt aux couches qui suivent.

Les groupes n°s 3 et 5, dans lesquels pullule l'*Ostrea virgula*, constituent le niveau si connu des argiles à Gryphées virgules avec sa faune habituelle; mais on a pu remarquer que des sables et des grès (groupe n° 4) sont intercalés, et que la *Trigonia gibbosa* ou une espèce bien voisine y fait sa première apparition et disparaît pour revenir plus tard (1).

(1) Le genre Trigonie figure souvent dans ce travail et m'a servi

Le groupe n° 6, avec lequel commence une nouvelle faune, nous donne, comme je l'ai déjà dit, le point de repère le plus précieux. Caractérisé à sa base par l'*Ammonites gigas*, à sa partie supérieure par la *Natica Marcousana*, la *Cyprina Brongniarti*, la *Ger-*

pour caractériser quelques assises. Il nous offre, en effet, dans presque toutes, une ou plusieurs formes distinctes comme espèces ou comme variétés. Notre jeune et zélé confrère, M. Munier-Chalmas, a bien voulu décrire quelques-unes des Trigonies recueillies à Boulogne par M. Hébert et par moi, dans le IX^e volume du *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*. Je donne ici la liste et l'ordre d'apparition de ces Trigonies :

9 ^e GROUPE.	<i>Trigonia gibbosa</i> , Sow. (variété tuberculeuse).
8 ^e GROUPE.	<i>Trigonia gibbosa</i> , Sow. — C'est à ce niveau seulement que j'ai recueilli la <i>Trigonia gibbosa</i> à stries fines, pointillées, visibles surtout dans le jeune âge, avec 2 ou 3 sillons d'accroissement chez les individus adultes. Les échantillons d'Alpreck sont presque tous usés et percés de coquilles perforantes. L'ornementation délicate dont je parle ne se voit que sur les échantillons très-frais. — <i>incurva</i> , Benett (<i>T. Heberti</i> , Mun.-Ch.). — <i>radiata</i> , Benett (<i>T. Ferryi</i> , Mun.-Ch.). — <i>Carrei</i> , Mun.-Ch.
7 ^e GROUPE.	<i>Trigonia incurva</i> ? et <i>T. Pellati</i> ? (échantillons de détermination douteuse).
6 ^e GROUPE.	<p>Sables et grès à Ptérocères.</p> <p><i>Trigonia concentrica</i>, Ag. — <i>Micheloti</i>, de Loriol. — J'ai déjà parlé de cette Trigonie, toujours confondue avec la <i>Trigonia gibbosa</i>, et qui m'en paraît bien distincte. — <i>barrensis</i>, Buv.</p> <p>Poudingue à <i>Trigonia Pellati</i>.</p> <p>— <i>Pellati</i>, Mun.-Ch. — Espèce voisine de la <i>Trigonia suevica</i>, Quenst., mais en différant par son arca lisse. — <i>Glasvillei</i>, Mun.-Ch. — <i>barrensis</i>, Buv. — <i>Micheloti</i>, de Loriol. — <i>boloniensis</i>, de Loriol. — Cette dernière espèce a été aussi confondue avec la <i>Trigonia gibbosa</i>.</p> <p>Sables et grès à <i>Ammonites gigas</i>.</p> <p>— <i>Micheloti</i>, de Loriol.</p>
5 ^e GROUPE.	<i>Trigonia cymba</i> , Contej.? (ce n'est pas la <i>T. muricata</i> , Roem.). <i>Trigonia papillata</i> , Ag.
4 ^e GROUPE.	<i>Trigonia gibbosa</i> , Sow. (var. à stries tuberculeuses ou espèce nouvelle). — costulée, voisine de la <i>Trigonia papillata</i> , mais à côtes plus fortes et plus rapprochées.
3 ^e GROUPE.	<i>Trigonia Riganziana</i> , Mun.-Ch. — <i>papillata</i> , Ag.

villia linearis, etc., il correspond, de la manière la plus évidente, aux calcaires du Barrois où l'on peut établir également deux divisions caractérisées par les mêmes fossiles et ordinairement désignées sous le nom d'étage portlandien inférieur et moyen.

Si, pour ce niveau, le parallélisme est facile à établir, il n'en est plus de même pour les groupes n^{os} 7 et 8.

L'*Ostrea expansa*, Sow., généralement prise pour l'*Ostrea deltoidea*, a fait souvent considérer le grand massif argileux n^o 7 comme l'équivalent des *Argiles à Ostrea deltoidea* du cap la Hève. La faune est cependant tout autre et n'a qu'un faux air kimmérien, dû à la nature argileuse des sédiments. Elle manque, de même que la faune du groupe n^o 8, dans la Meuse, dans la Haute-Marne et dans l'Yonne, et c'est en Angleterre qu'il faut aller chercher l'équivalent ou plutôt le type de ces formations.

Fitton a cru reconnaître, dans les assises que j'ai groupées sous les n^{os} 7 et 8, l'équivalent du Portland-sand et du Portland-stone (1), et c'est, en effet, dans les assises n^o 8 que nous trouvons à Boulogne, comme l'a aussi remarqué M. Sæmann, les grands *Cardium*, la *Lucina portlandica*, Sow., le *Cerithium portlandicum*, d'Orb. (fossiles du Portland-stone); elles correspondent donc au vrai portlandien anglais.

La faune des calcaires du Barrois que nous venons de constater plus bas (groupe n^o 6) étant toute différente, l'expression d'étage portlandien, dans le sens anglais, c'est-à-dire impliquant l'idée qu'ils sont le représentant exact du groupe typique de Portland, ne saurait leur être applicable.

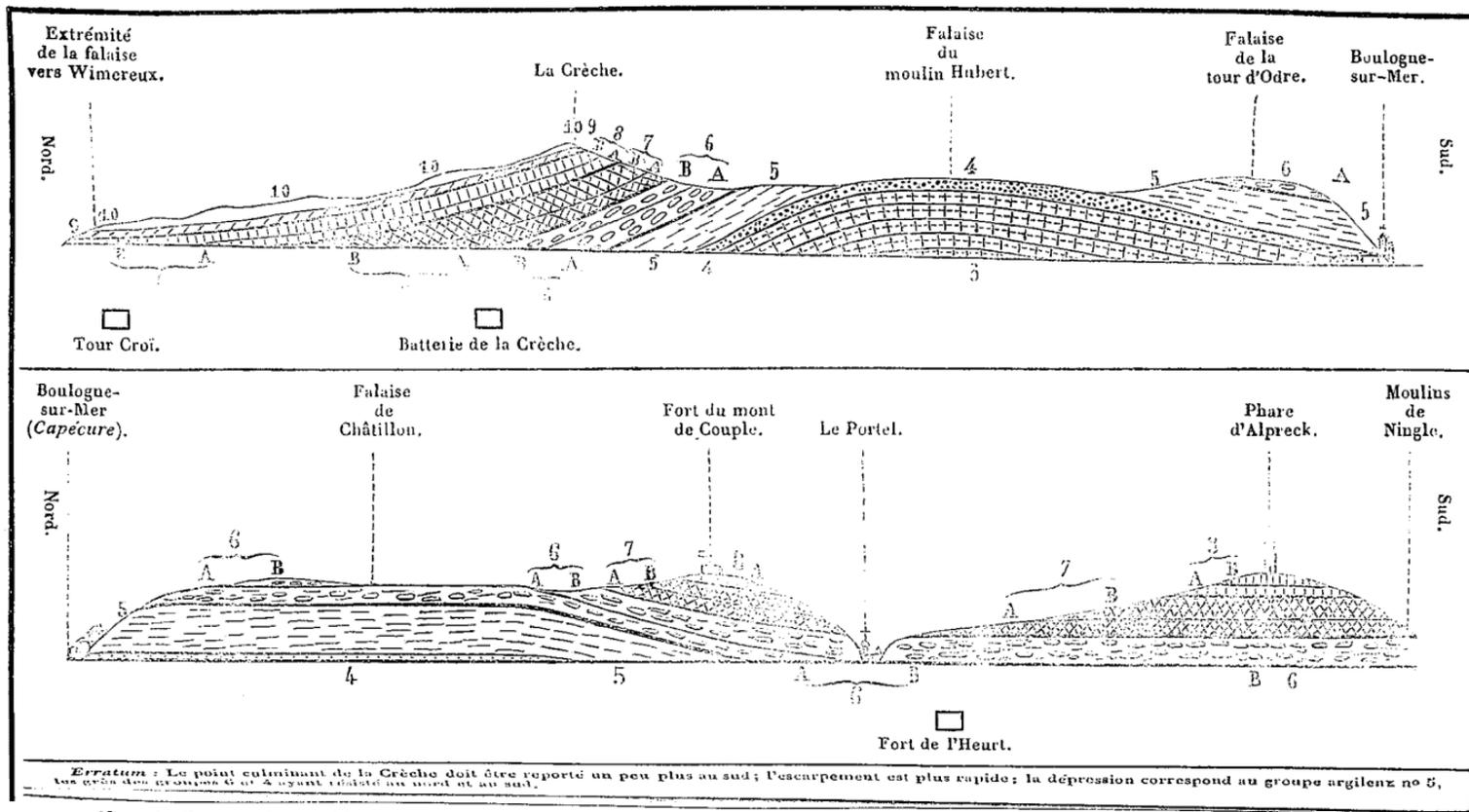
Il est probable, cependant, que ces calcaires sont un dépôt synchrone à la fois et du groupe n^o 6 et des groupes n^{os} 7 et 8, développé aux dépens de ces deux derniers, et dont la faune a exclu, par sa longévité, les faunes des groupes n^{os} 7 et 8 du Boulonnais.

Fitton a considéré les assises que j'ai groupées sous le n^o 9 comme le représentant du Purbeck (2). La présence de la *Serpula coacervata*, Blum., donne à la partie inférieure de ce groupe une ressemblance frappante avec le *Serpulit* du Hanovre; des échantillons de ce dernier, que M. Sæmann a bien voulu me remettre, pourraient être pris en effet pour des échantillons venant de Boulogne. L'*Oolite vacuolaire* de la Haute-Marne et les *bancs verts* qui en dépendent (terrain suprajurassique de M. Cornuel, étage portlan-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 4^{re} sér., t. X, Réunion à Boulogne.

(2) *Ibid.*

Croquis des falaises de Boulogne-sur-Mer (de Wimereux aux moulins de Ningle).



10 — Argiles pinnacées, sables et fer hydraté à Cyrènes.

10 — Argiles jaunâtres, sables et Gr hydroté à Cyrènes.

9 — Calcaire concrétionné (travertin).
Couche cycladifère et à Cypris de Fitton (couche à *Astarte socialis*, d'Orb.).
 Sables et calcaires sableux, à *Serpula concervata*, Blum.

8 } B. Sables et calcaires sableux jaunâtres, à petites Natices (*Natica elegans*, Sow., et *N. Ceres*, de Loriol).
 A. Sables et calcaires sableux, concrétionnés, verdâtres, à grands *Cardium* (*Cardium Pellati*, de Loriol, et *C. dissimile*, Sow.?).
 Sables et calcaires grisâtres, concrétionnés, à petits galets noirs, à *Astarte Saemanni*, de Loriol.

7 } B. Calcaires glauconieux, noirâtres, avec nombreuses Limes (*Lima boloniensis*, de Loriol).
 Marnes argilo-sableuses, glauconieuses, noirâtres, ou d'un vert foncé, à grandes *Ostrea* (*Ostrea expansa*, Sow.).
 A. Marnes noirâtres, à petits *Cardium* globuleux (*Cardium Moranicum*, de Loriol).

6 } B. Sables et grès jaunâtres ou verdâtres, à *Pterocera Oceani*, Brongn., à *Natica Marcousana*, d'Orb., à *Cyprina Brongniarti*, P. et R.
 Argile sableuse, glauconieuse, à *Perna Suessii*, Oppel.
 Poudingue à *Trigonia Pellati*, Mun.-Ch.
 A. Sables et grès à *Ammonites gigas*, Ziet.

5 — Argiles schisteuses, à *Thracia suprajurensis*, Desh.
 Calcaires bleuâtres, à *Trigonia cymba*, Contej.?, *Gervillia kimmerdiensis*, etc., etc.
 Lumachelles à *Ostrea virgula*.

4 — Sables et grès jaunâtres, calcarifères, à *Trigonia gibbosa*, Sow. (variété).

3 — Marnes et calcaires, à *Ammonites longispinus*, Sow., et à *Trigonia Rigauxiana*, Mun.-Ch.

2 — Marnes et calcaires, à *Pholadomya hortulana*, d'Orb. (couches du fond du val de Bréquerêque).

1 — Marnes argilo-sableuses, à *Ostrea dubiensis*, Contej.?.
 Grès calcarifère, glauconieux, de Wirvigne, à *Pseudodiadema mammilatum*, Ag., et à *Pygurus Blumenbachi*, Ag.

Les couches désignées
 par les nos 1 et 2 n'apparais-
 sent pas dans les falaises
 de Boulogne-sur-Mer.

dien supérieur de la plupart des géologues), ont été rapportés récemment par M. de Loriol au Purbeck (1); ils correspondraient donc aux assises n° 9 du Boulonnais.

Je joins à cette note un croquis des falaises qui s'étendent entre Wimereux et Ningle (p. 214); peut-être ajoutera-t-il à mon travail quelques données utiles; il diffère sur plusieurs points de la coupe que Fitton a dressée pour la partie comprise entre Wimereux et Boulogne (2); je résume, de plus, dans un tableau les principaux caractères des divers groupes de couches que nous venons d'étudier, en donnant, sous toutes réserves, leur parallélisme et leur réunion en étages.

M. Paul Michelot communique une partie de ses récentes *Études sur les couches jurassiques traversées par le chemin de fer en construction de Boulogne à Calais*. Cette première communication a pour objet les étages portlandien et kimméridien, que M. Pellat avait précédemment étudiés dans les falaises. Elle sera continuée dans une prochaine séance, où M. Michelot donnera ses observations sur les groupes inférieur et moyen de la formation jurassique du Boulonnais.

M. Hébert fait la communication suivante :

Note sur le terrain jurassique du Boulonnais; par M. Hébert.

La Société a entendu dans cette séance deux communications sur le même sujet, l'une par M. Pellat, l'autre par M. Michelot.

Comme ces communications n'ont été que résumées, j'ignore jusqu'à quel point mon travail se confondra avec les précédents, mais j'ai cependant deux motifs pour demander son insertion au *Bulletin* : le premier, c'est que ma description s'étend jusqu'au Blanc-Nez, celle de mes confrères s'arrêtant à Wimereux; le second, c'est que, si les horizons géologiques et la succession des assises se trouvent aujourd'hui établis, par cet ensemble de travaux, sur des bases nouvelles beaucoup mieux qu'ils ne l'étaient, et si nous arrivons tous trois à des résultats presque identiques, je

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Genève*, t. XVIII (1865).

(2) *Bull. Soc. géol. (loc. cit.)*.

ÉTAGES.	ÉQUIVALENTS.	Numéros des groupes.	GROUPES DE COUCHES ET ASSISES PRINCIPALES.	ÉPAISSEUR.	FOSSILES PRINCIPAUX.	LOCALITÉS dans les environs immédiats de Boulogne-sur-mer.	
ÉTAGE PORTLANDIEN.		10	Argiles panachées, sables et fer hydraté.	?	<i>Cyrena</i> , et, d'après Fitton, <i>Paludina</i> .	Au sommet de la falaise, (entre la Crèche et Wimereux), et environs d'Équihen.	
	Purbeck d'Angleterre et du Hanovre. Oolite vacuolaire et bancs verts (partie) de la Haute-Marne (terrain suprajurassique de M. Cornuel). Étage portlandien supérieur.	9	Calcaire concrétionné (travertin), couche cycladifère à <i>Cypris</i> de Fitton. Sables et calcaires sableux, à Serpulites.	3 ou 4 mètres.	<i>Astarte socialis</i> , d'Orb. <i>Serpula coacervata</i> , Bl. <i>Cerithium Manselli</i> , de Loriol. — <i>pseudocavatum</i> , de Loriol. <i>Corbicella Pellati</i> , de Loriol. <i>Cardium dissimile</i> , Sow.? <i>Trigonia gibbosa</i> , Sow. <i>Mytilus Morinicus</i> , de Loriol. <i>Echinobrissus Haimci</i> , Wr.	Au sommet de la Crèche. A la pointe de la falaise (en face de la tour Croi) et au sommet de la Crèche.	
	Portland-stone et Portland-sand.	8	B. Sables et calcaires sableux jaunâtres, coquilliers, à petites Natices. A. Sables et calcaires sableux concrétionnés, en rognons, de teinte verdâtre, à moules de grands <i>Cardium</i> . Sables et calcaires grisâtres concrétionnés, à petits galets noirs, reliés au 7 ^e groupe.	4 à 6 mètres.	<i>Natica elegans</i> , Sow. — <i>Ceres</i> , de Loriol. <i>Cerithium portlandicum</i> , d'Orb. <i>Corbicella Pellati</i> , de Loriol. <i>Lucina portlandica</i> , Sow. <i>Cardium dissimile</i> , Sow.? — <i>Pellati</i> , de Loriol. <i>Trigonia gibbosa</i> , Sow., type. — <i>incurva</i> , Benett (T. Hebert, Mun.-Ch.). — <i>Carrei</i> , Mun.-Ch. — <i>radiata</i> , Benett (T. Ferry, Mun.-Ch.). Énormes Ammonites (<i>A. giganteus</i> , Sow.?). Nombreux moules de grands <i>Cardium</i> (<i>Cardium Pellati</i> , de Loriol, et <i>C. dissimile</i> , Sow.?). <i>Astarte Saemanni</i> , de Loriol, et quelques fossiles du 7 ^e groupe.	Au sommet de la falaise d'Alpreck et à la pointe de la falaise en face de la tour Croi. Ibidem, et sous le fort du mont de Couple. Ibidem.	
		7	B. Calcaires glauconieux grisâtres ou bleuâtres, passant aux marnes ci-après: Marnes argilo-sableuses, glauconieuses, remplies de grains de silicate de protoxyde de fer; ces grains adhèrent surtout aux fossiles. Couleur noirâtre ou vert foncé. A. Marnes noirâtres, à petits <i>Cardium</i> globuleux (fossiles ordinairement à l'état de moules noirs).	de 15 à 20 mètres.	Nombreuses Limes (<i>Lima boloniensis</i> , de Loriol), <i>Avicula Octavia</i> , d'Orb., <i>Acrosalenia Koenigii</i> , Wr. <i>Ammonites bplex</i> , Sow. <i>Pholadomya tumida</i> , Ag. <i>Panopaea Woltzii</i> , Ag. <i>Perna Bouchardi</i> , Oppel (<i>quadrata</i> de Fitton). <i>Pecten Morinicus</i> , de Loriol. <i>Ostrea expansa</i> , Sow., très-commune. <i>Belemnites Souichii</i> , d'Orb. <i>Ammonites bplex</i> , Sow. <i>Cardium Morinicum</i> , de Loriol.	Falaise entre la Crèche et Wimereux. A mer basse, au pied de cette falaise. Sous le fort du mont de Couple. Sous le phare d'Alpreck. Outreau.	
	Calcaires du Barrois. (Étage portlandien inférieur et moyen de la Meuse, de la Haute-Marne et de l'Yonne.)	6	B. Sables argileux, à <i>Natica Marcousana</i> , d'Orb., et sables et grès à <i>Pterocera Oceani</i> , Brongn. Argile sableuse, à <i>Perna Suessii</i> , Oppel. Poudingue à <i>Trigonia Pellati</i> , ou conglomérat argilo-sableux, à <i>Trigonia Pellati</i> . A. Sables et grès calcarifères, à <i>Ammonites gigas</i> .	15 mètres environ (épaisseur très-variée).	<i>Natica Marcousana</i> , d'Orb. <i>Pterocera Oceani</i> , Brongn. <i>Nerita transversa</i> , Seeb. <i>Neritoma sinuosa</i> , Moris. <i>Avicula Credneriana</i> , de Loriol. <i>Cyprina Brongniarti</i> , P. et Ren. <i>Perna Suessii</i> , Oppel. Dernières <i>Ostrea virgula</i> (var. courte). <i>Hemicidaris Purbeckensis</i> , Forb. <i>Trigonia Pellati</i> , Mun.-Ch. — <i>Micheloti</i> , de Loriol. — <i>boloniensis</i> , de Loriol. <i>Mytilus Morrisii</i> , Sharpe. <i>Gervillia linearis</i> , Bay. <i>Ammonites gigas</i> , Zieten. — <i>suprajurensis</i> , d'Orb. — <i>Gravesianus</i> , d'Orb.? <i>Trigonia Micheloti</i> , de Loriol. <i>Ostrea virgula</i> , var. petite, renflée.	La Crèche et au pied de la falaise entre le Portel et Ningle, tranchée de Terlincthun. Ibidem, et au sommet de la falaise de Châtillon. Mont Lambert, sommet de la falaise de Châtillon et de la tour d'Odre. La Crèche.—Cap Gris-Nez.	
	Marnes et calcaires à Gryphées virgules.	5 4 3	Argiles schisteuses, à <i>Thracia suprajurensis</i> , à petits fossiles blancs écrasés; calcaires bleuâtres, à grandes Trigones clavellées; lumachelles à <i>Ostrea virgula</i> . Sables et grès jaunâtres, calcarifères, à <i>Trigonia gibbosa</i> , var. (ou espèce nouvelle). Marnes et calcaires en bancs ou en rognons, bleuâtres ou jaunâtres, à <i>Ammonites longispinus</i> et à <i>Trigonia Rigauxiana</i> , et sables subordonnés.	15 mètres environ. 5 ou 4 mètres. 25 à 50 mètres.	Nombreux petits fossiles à test blanc, très-fragile. <i>Ammonites mutabilis</i> , d'Orb. <i>Thracia suprajurensis</i> , Desh. <i>Trigonia cymba</i> , Coitej.? <i>Trigonia papillata</i> , Ag. <i>Gervillia kimmeriensis</i> , d'Orb. <i>Pinna granulata</i> , Sow. <i>Ostrea virgula</i> , plus courte et plus renflée que dans le 5 ^e groupe. <i>Trigonia gibbosa</i> , Sow. (variété à côtes tuberculeuses ou espèce nouvelle), et <i>Trigone costulée</i> , voisine de <i>Trigonia papillata</i> . <i>Ammonites longispinus</i> , Sow. — <i>orthocera</i> , d'Orb. <i>Pinna granulata</i> , Sow. <i>Pholadomya acuticostata</i> , Sow. <i>Trigonia Rigauxiana</i> , Mun.-Ch. — <i>papillata</i> , Ag. <i>Gervillia kimmeriensis</i> , d'Orb. <i>Ostrea virgula</i> (type allongé). <i>Terebratulina subella</i> , Leym.	La Crèche, falaise de la tour d'Odre, falaise de Châtillon, et au pied du cap Gris-Nez. Forment un cordon au sommet de la falaise du moulin Hubert; plongent au nord et au sud. (Voyez la coupe.) Falaise du moulin Hubert et coteaux de Bréquerêque.	
		2	Marnes et calcaires à <i>Pholadomya hortulana</i> , d'Orb., ou calcaires de Bréquerêque.	Très-épais.	<i>Pholadomya hortulana</i> , d'Orb. <i>Lavignon rugosa</i> , d'Orb. <i>Arca texta</i> , Rom. <i>Pinna granulata</i> , Sow.	Carrière du fond du val de Bréquerêque. Carrières de Baincthun.	
	ÉTAGE SÉQUANIEN ?	Calcaires à Astartes. Coral-rag de Tonnerre.	1	Marnes argilo-sableuses. Grès glauconieux calcarifère, à <i>Pseudodiadema mammilatum</i> , Ag.		<i>Ostrea dubiensis</i> , Coitej.? <i>Ammonites Achilles</i> , d'Orb. <i>Pseudodiadema mammilatum</i> , Ag. <i>Pygurus Blumenbachi</i> , Ag.	Tranchée d'Épitre. Ibid. et Wirvigue.

crois avoir droit à revendiquer ma part de ces résultats. Mon travail a été en effet exécuté en septembre 1860, et a reçu alors une demi-publicité par l'exposition orale que j'en ai faite, sur les lieux, à Boulogne même, devant un certain nombre de mes meilleurs élèves, parmi lesquels je puis citer deux des membres de notre bureau actuel. A cette époque, la position des fossiles les plus beaux et les plus caractéristiques de cette intéressante série de couches n'était point connue. Ils étaient en général recueillis dans des blocs détachés des falaises.

Les documents qui vont suivre ont été établis avant l'excursion géologique dont je viens de parler, et qui a été pour moi l'occasion d'en exposer les résultats devant mes auditeurs. Depuis cette époque, je n'ai point mis les pieds dans les falaises du Boulonnais.

Je ne prétends d'ailleurs aucunement que MM. Michelot et Pellat aient profité de mes recherches; ils ne m'ont point accompagné, et leur travail s'est fait d'une façon complètement indépendante du mien, mais à des époques postérieures (1).

J'ai exécuté ce travail dans le même esprit que celui que j'ai publié sur l'Oxford-clay des côtes de la Manche (2), et que celui que j'ai lu à la Société, dans sa séance du 27 février 1860, sur le coral-rag et le kimmeridge-clay qui le recouvrent à Trouville et à Villierville (3). J'ai levé séparément quatre coupes, savoir :

- 1° D'Équihen à Châtillon (Boulogne),
- 2° De Wimereux à la Grèche,
- 3° De la Pointe aux Oies à Wimereux,
- 4° D'Audrecelles au cap Gris-Nez.

J'ai décrit ces coupes dans le plus grand détail, caractérisant chaque couche par sa nature minéralogique et les principaux fossiles qu'elle renferme. J'ai opéré d'une manière tout à fait indépendante pour chaque coupe, et sans me préoccuper des autres.

Cela fait, je les ai comparées entre elles de manière à pouvoir les raccorder et constater ceux des caractères qui se manifesteraient le mieux; puis je les ai groupées à l'aide de ces caractères généraux, et j'ai cherché à montrer quelle était la division la plus naturelle qu'il était possible d'établir dans ce système.

(1) Ces observations sont également applicables à un travail récemment publié par M. Rigaux, travail qui m'a été adressé après le dépôt de mon manuscrit à la Société.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., XVII, p. 300, 1860.

(3) Ce travail n'a point encore été livré à l'impression.

Je ne parlerai point ici des travaux antérieurs, qui sont trop connus pour qu'il soit utile de les rappeler ; je n'ai d'autre but que de fournir des matériaux pour une analyse plus complète du sol du Boulonnais.

Avant d'entrer dans le détail de ces coupes, il est bon de se rendre compte de leurs allures générales.

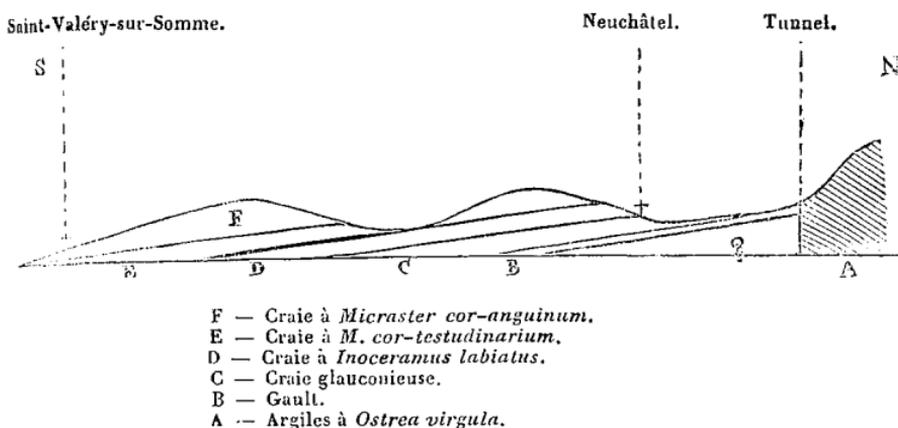
Lorsqu'on part de Saint-Valéry-sur-Somme pour se diriger sur Boulogne, on voit que les assises du terrain créacé sur lesquelles on marche se relèvent assez rapidement au nord. A Saint-Valéry, c'est la craie à *Micraster cor-anguinum* qui se trouve au niveau de la mer, et se relève vers Étapes ; puis vient la craie à *Micraster cor-testudinarium* ; à Neuchâtel, les coteaux qui dominent le chemin de fer sont formés à leur base par la craie à *Inoceramus labiatus*, dans laquelle, outre ce fossile qui y est très-commun, j'ai recueilli : *Discoidea subuculus*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Hemiasler nasutulus*?, *Ammonites peramplus*, etc.

Immédiatement au-dessous de cette craie, dans le chemin de fer et dans une carrière ouverte à la station (1) même, on voit apparaître la craie glauconieuse, marneuse, jaune et assez dure, avec *Ammonites Rothomagensis*, *Nautilus elegans*, *Scaphites æqualis*, *Hamites elegans*, *Rhynchonella Mantelliana*, etc., sur une épaisseur d'environ 10 mètres, et à une altitude de 50 m. En remontant la voie ferrée au nord, la glauconie sableuse, d'un vert foncé, base de la craie, sans fossiles ici, mais avec ses rognons noirs habituels, affleure à 1 kilomètre de la station, et par-dessous se voit une argile bleue, que l'on peut observer dans les pâturages voisins, et qui appartient au gault, puisque j'y ai trouvé *Belemnites minimus* et *Nucula pectinata*. Le peu de distance qui sépare le gault de la craie à *Inoceramus labiatus*, joint au faible plongement apparent des couches vers le sud, montre que la craie de Rouen est ici très-peu puissante.

Quant au gault, il fait place brusquement aux argiles à *Ostrea virgula*, dans lesquelles est ouvert le petit tunnel qui passe sous la forêt d'Hardelot. Il y a donc évidemment là une faille, qui paraît dirigée du S. E. au N. O, parallèlement à l'axe du Boulonnais, et qui viendrait par conséquent aboutir au point où commence la falaise d'Équihen. Une coupe perpendiculaire à la direction des couches donne le diagramme suivant :

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XX, p. 620.

Fig. 1. — Coupe de Saint-Valéry-sur-Somme à la forêt d'Hardelot.



Si l'on se transporte maintenant sur le bord de la mer, et que l'on parcoure rapidement les falaises jusqu'au delà du cap *Gris-Nez*, voici ce que l'on peut constater, comme cela a déjà été fait en grande partie par les observateurs précédents.

A Equihen, les couches plongent légèrement vers le nord comme au tunnel, et par conséquent en sens contraire des assises crétacées.

Au hameau du Portel, à moitié chemin entre Equihen et Boulogne, la stratification est subitement dérangée; un plissement, suivi d'une petite faille de 20 à 25 mètres, relève au nord les assises inférieures, lesquelles se maintiennent ensuite horizontales jusqu'à Boulogne.

De Boulogne à Wimereux les allures des couches sont parfaitement reproduites par la coupe de Fitton (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1^{re} série, t. X, pl. IV, fig. 2, p. 455). On voit par là que Boulogne se trouve dans un léger pli des couches kimmériennes, qui se relèvent ensuite pour former la voûte qui précède le fort la Crèche et plonger au nord jusqu'à Wimereux.

A Wimereux (p. 232, fig. 2) se présente une nouvelle petite faille de 20 mètres; cette faille opère un relèvement accidentel; puis le plongement au nord continue, et les assises les plus élevées de la série viennent disparaître à la *Pointe aux Oies*, sous les dunes qui entourent Ambleteuse.

Vers Audrecelles, les couches se relèvent assez rapidement jusqu'à la *Pointe du Nid de Corbeau* (à 1 kil. N. d'Audrecelles) (p. 234, fig. 3), puis en pente beaucoup plus douce jusqu'à la pointe *Camberlin*, où elles forment un léger pli convexe. L'inclinaison est ensuite vers le nord, abstraction faite de quelques irrégularités

locales, jusqu'au cap Gris-Nez, au nord duquel une chute rapide fait disparaître les assises jurassiques sous les dunes qui précèdent Wissant. C'est là le point extrême où se montre ce terrain. On sait qu'à Calais un sondage a prouvé que le gault repose directement sur les terrains anciens. Gris-Nez n'est donc pas loin de l'ancien rivage septentrional du golfe jurassique dans le bassin de Paris.

Cela posé, nous allons donner successivement les quatre coupes ci-dessus mentionnées.

§ 1. Coupe de la falaise d'Equihen à Châtillon (Boulogne).

Je donnerai cette coupe en suivant l'ordre descendant ; les couches les plus élevées se trouvent sous le phare d'Alprech. A partir de ce point, on peut constater la série suivante :

1.	Terre végétale avec débris de calcaire fossilifère.	
2.	Calcaire ferrugineux en plaquettes avec	
	<i>Ammonites rotundus</i> , d'Orb. (1) (<i>A. bplex</i> ? Sow.).	
	<i>Natica</i> A, petite espèce très-commune.	
	<i>Lucina portlandica</i> ?, Sow.	
	<i>Astarte rugosa</i> ? (Sow., sp.), d'Orb. — <i>A. cuneata</i> , Sow.	
	<i>Trigonia gibbosa</i> , Sow.	
	— <i>incurva</i> , Bennett. [<i>T. Heberti</i> , Mun.-Ch. (2)].	
	— <i>Carrei</i> , Mun.-Ch.	
	— <i>radiata</i> , Bennett. (<i>T. Ferryi</i> , Mun.-Ch.).	m 0,30
3.	Sable jaune.	2,00
4.	Grès en lits minces avec les mêmes Trigones qu'au n° 2.	0,50
5.	Sable jaune.	0,50
6.	Grès calcaires en plaquettes avec les mêmes Trigones. . .	0,35
	<i>Avicula Octavia</i> , d'Orb.	
7.	Sable jaune.	0,30
8.	Grès sableux à <i>Cardium dissimile</i> ?, <i>Astarte rugosa</i> ? (Sow., sp.), d'Orb.	0,20
9.	Sable jaune.	0,20
10.	Grès calcaire.	0,70
11.	Sables et grès noduleux avec <i>Ammonites rotundus</i> , Sow., <i>Avicula Octavia</i> , d'Orb., <i>Trigonia gibbosa</i> , Sow., <i>Pho-</i> <i>ladomya</i> , A.	4,00
	<i>A reporter.</i>	9,03

(1) L'*A. rotundus*, d'Orb., pourrait bien être le véritable *A. bplex*, Sow.; je conserverai cependant provisoirement le premier nom.

(2) *Bull. Soc. linn. de Normandie*, t. IX, pl. IV, fig. 5, 1865.

Report.^m
9,05

Cette partie supérieure des assises portlandiennes n'est bien développée que sous le phare d'Alprech et à la butte de Ningle. Elle manque au nord comme au sud; toutefois au *Mont-Couple* près le Portel, on voit la base du n° 41 sous une épaisseur de 2^m,25. On peut en ce point étudier facilement les couches suivantes, dont voici le détail :

42. Sable argileux avec lits de nodules calcaires :

<i>Serpula variabilis</i> , Sow.	<i>Avicula Octavia</i> . <i>Ostrea distorta</i> , Sow. — <i>bruntrutana</i> , Thurm. — <i>expansa</i> (2), Sow. (O. <i>deltoidea</i> des auteurs)
<i>Ammonites rotundus</i> .	
— <i>giganteus</i> .	
<i>Astarte rugosa</i> .	
<i>Trigonia Pellati</i> , Mun.-Ch. (1).	
— <i>barrensis</i> , Buv.	
— <i>gibbosa</i> .	

Lit rempli de moules noirs de fossiles et de petits cailloux, à la partie inférieure. 4,00

43. Argile bleue avec quelques lits de nodules calcaires en bas; moules noirs de fossiles et petits cailloux.

<i>Serpula variabilis</i> .	<i>Ostrea expansa</i> , a. c. — <i>distorta</i> . <i>Avicula Octavia</i>
<i>Astarte cuneata</i> .	
<i>Ostrea bruntrutana</i> , c.	
	7,00

44. Lit de calcaire marneux rempli de fossiles :

O. expansa, c. 0,40

45. Argile semblable à 43, mêmes fossiles, plus *Anomya suprajurensis*. 7,50

46. Calcaire marneux gris blanchâtre en bancs séparés par des lits argileux : *Ammonites rotundus*. 2,00

47. Argile avec lits minces de plaquettes gréseuses, beaucoup d'empreintes de petits fossiles. 8,00

47 bis. Grès argileux fossilifère. 4,00

48. Grès et sables formant le haut de l'escarpement du Portel, exploités sur 90 centimètres. 2,00

49. Grès calcaire en rognons dans du sable jaune. 3,50

A reporter. 44,45

(1) *Loc. cit*, f. 4.

(2) M. Sæmann m'a fait remarquer que l'Huitre des argiles du Boulonnais, désignée par tous les auteurs comme *Ostrea deltoidea*, lui paraissait bien plutôt devoir être rapportée à l'*O. expansa*, Sow. Je suis tout à fait de son avis.

	m
	Report. 44,45
20. Argile bleue de 0 ^m ,50 à 2 mètres, moyenne.	1,25
20 bis. Grès avec grosses <i>Pernes</i> (1).	1,00
21. Sable jaune avec fragments de coquilles, blanc en haut, petits lits d' <i>Ostrea bruntrutana</i> ? au milieu et en bas, grandes tiges de végétaux carbonisés, vers Ningle, épaisseur moyenne.	1,75
22. Grès ou sable plus ou moins concrétionné avec <i>O. spiralis</i> ? et <i>O. virgula</i> , rare; variant beaucoup d'épaisseur, rudimentaire ou nul au Portel, atteignant 3 mètres au-dessous de Ningle, où il renferme des <i>Hemicidaris purbeckensis</i> , Forbes. Réciproquement, le banc 24 n'a que 1 mètre à Ningle. On peut prendre pour moyenne de l'épaisseur de la couche 22	2,00
23. Grès gris à surface perforée de tubulures, quelquefois soudé avec 22, tantôt à structure homogène, tantôt se divisant en trois parties dont l'inférieure est entièrement à l'état de poudingues, et celle du milieu d'argile terreuse. Dans les poudingues, cailloux roulés de calcaire à <i>Ostrea virgula</i> , plus gros que le poing, petits galets de quartz blanc ou noir; nombreuses Trigonies: <i>O. virgula</i> , a. c., <i>Trigonia Munieri</i> , sp. n. c. (2), <i>T. Pellati</i> , Mun.-Ch. Petites Huitres fixées à la surface usée de ce banc, qui forme la base de la falaise au sud du moulin de Ningle, épaisseur moyenne.	4,50
24. Argiles bleues, jaunes ou grises avec lits de grès intercalés où se rencontrent de grandes <i>Ammonites gigas</i>	5,00
25. a. Lumachelle à <i>Gryphées virgules</i> , b. Lit de <i>Trigonia gibbosa</i> , <i>T. Pellati</i> , cailloux roulés, <i>Ammonites giganteus</i> .	
	A reporter. . . 56,95

(1) Ces Pernes ont une certaine analogie avec la *Perna rugosa*, Goldf.; elles constituent toutefois une espèce bien distincte. Comme par leur abondance elles forment un horizon constant et facile à reconnaître dans tout le Boulonnais, je les désignerai sous le nom de *Perna Suessi*, qui leur a été donné par Oppel (*Jura-formation*, p. 784).

(2) C'est cette espèce qui a été décrite par Goldfuss (t. II, p. 203, pl. CXXXVII, fig. 8) sous le nom de *Lyrodon excentricum*, et comme provenant de la craie. Goldfuss dit que l'original qui lui a servi vient du Boulonnais, et il est facile en effet de le reconnaître. La *Trigonia excentrica* de Parkinson est de Blackdown; je l'ai recueillie aussi à Fécamp et à Lillebonne dans la glauconie crayeuse; elle offre des différences tranchées avec notre espèce, notamment par l'absence de pli ou sillon en avant de la carène. Je me fais un plaisir de la dédier à mon jeune collaborateur, qui s'occupe avec succès de l'étude des Trigonies.

Report. ^m 56,95

- c. Grès avec lignites.
 d. Argile, 30 centimètres.
 e. Grès argileux avec empreintes cylindroïdes, lits de lignites intercalés (tiges carbonisées), forme le pied de la falaise du Portel. 2,00

Ces couches se suivent aisément vers le sud. Les grès à *Hemicidaris* n° 22, le poudingue n° 23, les grès à empreintes cylindroïdes n° 25 forment des repères qui ne permettent pas de se tromper.

Vers *Equihen*, les grès n° 25 constituent un cordon continu à la partie supérieure de la falaise, et au-dessous apparaissent successivement :

26. Argile bleue schistoïde avec <i>Ostrea virgula</i>	7,00
27. Cordon calcaire.	0,45
28. Argile bleue lumachelle à <i>O. virgula</i> , avec rognons calcaires.	5,00
29. Cordon de calcaire lumachelle.	0,40
30. Argile bleue, feuilletée en bas et sans fossiles.	5,00
34. Argile schisteuse et gréseuse, avec <i>O. virgula</i> , formant un banc dur, saillant, à 7 mètres au-dessus du niveau de la mer, au val de Nocquet.	3,00
32. Argile compacte remplie de petits fossiles	7,00
33. Grès calcaire dur très-fossilifère (niveau des hautes eaux sous <i>Equihen</i>)	0,30
	<hr/>
	86,50

Telle est la coupe complète de la falaise comprise entre le Portel et *Equihen*; le plongement du S. au N. est d'environ 30 mètres sur 6000, soit 0^m,005 par mètre.

Nous allons maintenant remonter vers le nord, d'abord entre le Portel et Châtillon. Des deux côtés de ces hameaux, les couches ne se correspondent plus; il y a une différence de hauteur d'environ 26 mètres, due à une faille à laquelle correspond la vallée du Portel. Le banc de grès n° 23 de la falaise sud telle que nous venons de la décrire, et qui n'est qu'à 8^m,50 d'altitude, s'élève dans la falaise qui s'étend du Portel à Châtillon à 34^m,50 d'altitude, les couches se relevant à peine au nord.

D'après ce qui précède, ce même banc est à 36 mètres environ d'altitude à *Equihen*. La falaise de Châtillon ne nous donne donc aucune assise nouvelle. Elle est d'ailleurs à peu près inabordable ailleurs qu'à son pied; seulement, la plage est couverte de *Trigonia*

muricata, d'Orb., *Ammonites longispinus* et autres fossiles kimmériens.

§ 2. Coupe de Wimereux à Boulogne.

Nous suivrons l'ordre descendant comme dans la coupe précédente. A partir du village de Wimereux, nous trouvons la succession suivante :

1	(a. Grès en plaquettes avec nombreux débris de coquilles en haut, <i>Natica</i> A, <i>Trigonia incurva</i> , <i>T. gibbosa</i> , etc.	m
(1)	(b. Sable gris	4,00
2.	c. Grès semblable à a.	0,40
3.	d. Sable jaune et gris.	2,00
4.	e. Grès semblable à a, <i>Natica</i> A, c.	0,50
5.	f. Sable jaune.	4,00
6.	g. Grès calcarifère en plaquettes avec : <i>Trigonia gibbosa</i> , <i>T. incurva</i> et nombreux débris de coquilles.	0,40
7.	h. Sable jaune	4,00
8.	i. Calcaire en plaquettes avec <i>Natica</i> A, et débris de coquilles.	0,20
9.	j. Grès schisteux jaune avec <i>Ammonites rotundus</i>	0,20
10.	k. Grès à surface rugueuse paraissant avoir été longtemps exposée à la vague avant le dépôt de j, surface usée, couverte par places d' <i>Ostrea bruntrutana</i> , très-fossilifère :	

Astarte rugosa.

Trigonia gibbosa.

— *incurva*.

Avicula Octavia, d'Orb.

Plicatula, *Lima rustica*, Sow.

Pecten lamellosus, c.

Ce banc forme la base de la petite falaise de Wimereux et une partie de la plage.

11.	l. Alternance de grès et de sable avec lit de <i>Cardium dissimile</i> en haut, de Trigones [<i>Trigonia Pellati</i>], <i>Pseudodiadema</i> ; lit d' <i>Ostrea expansa</i> en bas.	0,50
12.	m. Grès argileux noirâtre, glauconieux, avec :	4,50

Serpula variabilis, c.

— *triserrata*?, Sow., c,

Ammonites gigas.

— *rotundus*.

Avicula Octavia.

Astarte rugosa.

Plicatula.

Pecten lamellosus.

Ostrea bruntrutana.

Hemicidarid boloniensis, c. 2,50

A reporter. 44,60

(1) Les chiffres 1, 2, 3, etc., à 33 se rapportent aux couches de la coupe précédente; les lettres a, b, c, etc., à celles de la présente coupe, de Wimereux à Boulogne.

Report.^m 14,60

C'est là le niveau principal des *Hemicidaris*. Ils y forment deux lits à 2 mètres l'un de l'autre, le supérieur, où se rencontrent de grosses *Ammonites gigas*, l'inférieur, caractérisé par des paquets de Serpules, qui ne sont que disséminées dans le supérieur. Entre les deux est un lit argileux, où abonde une grande Lime à côtes fines.

Ce banc à *Hemicidaris* forme la plage sur laquelle est construite la tour Croï.

A partir de là, et en marchant vers le fort *La Crèche*, on rencontre successivement.

13.	n. Calcaire noduleux à <i>Ostrea expansa</i> , <i>Pholadomya</i> A, voisine de <i>P. decemcostata</i>	0,20
	o. Lit argileux avec grandes Limes à côtes, <i>Pecten lamellosus</i> , etc.	0,45
	p. Calcaire noduleux, rempli de <i>Trigonia Pellati</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Ostrea expansa</i> , <i>Ammonites rotundus</i>	0,30
	q. Lit argileux, avec <i>A. rotundus</i> , <i>Ostrea distorta</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Panopea</i> , etc.	0,20
	r. Calcaire noduleux rempli d' <i>Ostrea expansa</i> , <i>Perna Bouchardi</i> , Oppel [<i>P. quadrata</i> , Fitton (1)], <i>Ammonites rotundus</i> , gros Pleurotomaire.	0,30
	v. Argile avec nodules calcaires :	
	<i>Ostrea expansa</i> , c.	
	— <i>distorta</i> , d'Orb.	
	<i>Serpula variabilis</i> .	
	<i>Pecten</i> voisin du <i>P. suprajurensis</i> , Buv. (2).	
	<i>Mytilus</i>	4,50
	t. Calcaire noduleux à <i>Ostrea expansa</i>	0,45
	u. Argile avec <i>O. expansa</i>	0,50
	v. Deux lits de calcaires noduleux.	0,30
	x. Argile remplie d' <i>O. expansa</i> à sa partie inférieure.	4,20
	y. Lit de nodules calcaires.	0,45
	z. Argile avec : <i>Ammonites rotundus</i> , c.	
<i>Ostrea expansa</i> .		
<i>Perna Suessi</i>	0,60	
av. Lit de gros nodules calcaires avec énormes <i>Ammonites rotundus</i>	0,20	
a'. Argile.	0,30	
	A reporter. 20,65	

(1) Citée par cet auteur du *Portland-sand* et du *Portland-stone*, de plusieurs localités d'Angleterre, en compagnie du *Pecten lamellosus*.

(2) Mais de taille plus petite et à stries divergentes plus fortes.

		Report.	m 20,65
44.	b'. Lit d'argile remplie de moules noirs de fossiles, Natices, Panopées, Arches, plus <i>A. rotundus</i> , <i>Ostrea expansa</i>		0,40
	c'. Argile terreuse avec <i>O. bruntrutana</i> , lignite à la base, empreintes de petits fossiles, lit de grès accidentel.		2,00
	d'. Argile plus pure non fossilifère.		2,00
	e'. Argile graveleuse avec <i>O. bruntrutana</i> et lignite.		4,80
	f'. Banc dur mamelonné de calcaire gris.		0,30
	g'. Argile lumachelle à <i>O. bruntrutana</i>		0,80
45.	h'. Argile pure, plastique, peu fossilifère, avec lignite, lit mince de calcaire sableux accidentel.		3,50
	i'. Argile lumachelle à : <i>O. bruntrutana</i> , c. <i>Trigonia Pellati</i> , c.		0,25
	j'. Calcaire compacte, gris de fumée, percé de tubulures cylindriques.		0,35
46.	k'. Argile grise avec empreintes de petits fossiles.		3,60
	l'. Calcaire semblable à j', mais non perforé		0,30
	m'. Lit d'argile avec moules de petits fossiles comme en b', galets roulés de quartz et <i>T. Pellati</i> , c.		0,20
47.	n'. Argile schisteuse avec lits de grès feuilleté à la partie supérieure, remplie d'empreintes de petites Astartes, quelques autres fossiles, Panopées, Trigonies, etc., très-peu fossilifère dans la partie inférieure, environ.		9,00
47 bis	o'. Grès gris bleuâtre, jaune dans les fentes, en bancs (six à sept) séparés par des lits terreux, <i>Ammonites gigas</i> en haut; lits de <i>Trigonia Pellati</i> , de <i>Perna Suessi</i> et d'Huitres; un lit de petits cailloux noirs anguleux.		5,50
20.	p'. Argile.		0,20
20 bis,	q'. Grès argileux tendre, avec nombreuses <i>P. Suessi</i> , passant à une argile bleuâtre, lignite.		4,50
21.	r'. Grès dur, quelquefois tendre, bleu au centre, jaune à l'extérieur, rempli de <i>P. Suessi</i>		2,00
23.	s'. Grès dur rempli de débris de fossiles et de cailloux roulés, <i>Trigonia Pellati</i> , c., <i>T. Munieri</i>		4,50
24.	t'. Sable jaune orangé avec nodules de grès.		2,00
	u'. Argile feuilletée.		0,60
25.	v'. Grès en bancs épais séparés par des lits de sable, passant au calcaire ou à l'argile.		9,00
26.	A. Argile bleue avec lits de petites empreintes de bivalves et un lit de Trigonies au tiers inférieur.		9,00
<i>A reporter.</i>			76,15

		m
		Report. 76,45
27	B. Argile feuilletée avec plusieurs lits de lumachelle à <i>Ostrea virgula</i> et aussi des lits d'empreintes de petites bivalves.	3,50
et		
28.	C. Argile très-schisteuse avec lits de calcaire argileux subordonnés de lumachelle à <i>O. virgula</i> , <i>Ammonites longispinus</i> , commune dans deux lits, à 3 mètres de distance l'un de l'autre (1)	6,50
29.	D. Lit de grès argileux avec petites concrétions calcaires et petits cailloux roulés.	0,20
30	E. Argile gris verdâtre, plastique, peu fossilifère.	4,00
et		
34.	F. Argile compacte remplie d'empreintes de fossiles.	3,00
32.	G. Cordon calcaire.	0,45
33.	H. Argile semblable à F.	5,00
34	I. Grès argileux à empreintes cylindroïdes, avec <i>Ostrea virgula</i> , lits de Trigonies en haut et en bas.	2,50
(2).		
35.	J. Sable jaune avec amandes de grès, peu de fossiles.	3,50
36.	K. Grès gris concrétionné, sans fossiles.	0,60
37.	L. Sable rubané avec lit de grès en bas, sans fossiles.	4,20
38.	M. Argile bleue peu fossilifère, passant en haut à du grès argileux.	5,00
39.	N. Argile et calcaire lumachelle à <i>O. virgula</i> et <i>O. spiralis</i> , <i>Ammonites longispinus</i> , <i>Pholadomya acuticostata</i> , c., <i>Nucula Menkei</i> , d'Orb., c., <i>Trigonia muricata</i> , d'Orb., c., <i>Arca</i> , <i>Gervillia kimmeridgensis</i> , d'Orb	4,50
40.	O. Argile compacte sans fossiles.	4,20
41.	P. Calcaire dur en bancs épais, séparés par des lits d'argiles pétries d' <i>Ostrea virgula</i> , <i>Ammonites longispinus</i> , <i>Pinna granulata</i>	5,00
42.	Q. Argile semblable à O.	2,00
43.	R. Grès et argiles avec quelques <i>Ostrea virgula</i>	2,00
44.	S. Argile compacte avec nombreuses empreintes de petites bivalves.	3,00
45.	T. Même argile avec deux lits de nodules calcaires en haut.	2,00
46.	U. Grès argileux avec Gervillies.	0,30
47.	V. Argile bleue avec nombreuses empreintes et <i>O. virgula</i> disséminées.	2,00
		A reporter. 427,30

(1) Cette couche est lavée par la mer au commencement de la falaise du côté de Boulogne (1860).

(2) Les numéros 34 à 50 ne sont point visibles dans la falaise de Châtillon à Equihen.

	Report. . .	427,30 ^m
47. X. La même avec lits de nodules calcaires, <i>O. virgula</i> , <i>Trigonia</i> , etc.		6,00
48. Y. Argile compacte avec petites empreintes.		5,00
49. Z. Argile peu fossilifère avec quatre lits calcaires.		2,50
50. W. Lumachelle à <i>Ostrea virgula</i> avec trois lits de calcaire en haut.		2,00
	Total.	442,80

Ceban W est le plus inférieur que l'on puisse voir entre Wimereux et Boulogne. Il affleure au milieu de l'anse qui est immédiatement au sud du fort La Crèche.

Depuis Wimereux, les couches se relèvent au sud (p. 232, fig. 2). Ce relèvement, d'abord faible, atteint 35° lorsque la couche A affleure, et en W se présente une courbure très-prononcée, en même temps qu'une petite faille de 2 mètres au centre de cette courbure; puis le plongement a lieu vers le sud.

Comparons, avant d'aller plus loin, les deux coupes que nous venons de donner.

Elles donnent toutes deux :

1° A la base, un système d'argiles et de lumachelles où abonde l'*O. virgula*.

2° Au-dessus, des sables, grès et poudingues caractérisés par *Trigonia Munieri*, *T. Pellati* et *Ammonites gigas*. Ce sont les grès de la Crèche.

3° Des argiles à *Ostrea expansa*.

4° Des sables et grès calcaires à *Trigonia gibbosa*, *T. incurva*, etc., et petites Natices.

Cette succession était bien connue au point de vue pétrographique pour la coupe de Wimereux à Boulogne; mais les caractères paléontologiques des grès inférieurs n'avaient point été constatés.

Si nous comparons en détail ces deux coupes, nous remarquons que les grès supérieurs aulit le plus élevé de l'*Ostrea expansa* (n° 12 de la première coupe et *m* de la seconde) ont, dans la première 9 mètres d'épaisseur, et dans la seconde 12^m,10. Il est facile de reconnaître que le n° 11 correspond à *l*, le n° 6 à *g*, 5 à *f*, 4 à *e*, 3 à *d*, 2 à *c*, et on a l'explication de la différence d'épaisseur, et par la présence de deux couches de plus à Wimereux, et par la plus grande épaisseur de quelques autres.

Les fossiles caractéristiques de cette série sont : *Trigonia gibbosa*, Sow., *T. incurva*, *Cardium dissimile*?. Ces espèces y sont extrêmement communes.

Les argiles et lumachelles à *Ostrea expansa* occupent dans la coupe d'Alprech les n^{os} 12 à 17 (épaisseur totale 29 mètres), et dans celle de Wimereux les couches *m* à *n'* (épaisseur 32^m,50). On peut subdiviser ce groupe en deux parties, la supérieure où abonde l'*Ostrea expansa*, épaisse de 15 à 20, et l'inférieure variant en sens inverse à peu près dans les mêmes limites, où se trouve très-abondamment la *Trigonia Pellati*. C'est dans ce système d'argiles à *Ostrea expansa* que se trouvent surtout ces moules de bivalves composés de calcaire sablonneux, noir, à surface polie, qu'on prendrait pour des morceaux de silex, signalés par Fitton (1), et que l'on rencontre en Angleterre dans le *Portland-sand*.

Au-dessous viennent de part et d'autre des sables et des grès où abonde une grosse Perne, *P. Suessi*, Opp., voisine de la *P. rugosa*, Munster [n^o 17 bis à 22, épaisseur 13^m,25; *o* à *r*, épaisseur 9^m,20]; — puis un banc de conglomérat (n^o 23 et s) avec cailloux roulés de quartz, *Trigonia Pellati*, *T. Munieri*.

L'*Ostrea virgula* accompagne ici ces espèces, mais elle y est rare; puis encore des grès mamelonnés [n^o 24 et 25, épaisseur 7 m. *l'* à *v'* épaisseur 11^m,60], souvent associés à des argiles, et contenant en même temps *Ammonites gigas*, *Ostrea virgula*, *Trigonia gibbosa*, *T. Pellati*. Ces diverses assises de grès et de sables, ayant ensemble une vingtaine de mètres d'épaisseur, constituent le deuxième groupe que nous avons désigné par le nom de *grès de la Crèche*.

C'est dans ce groupe que se trouvent en abondance le *Pteroceras Oceani*, la *Natica Marcousana*, la *N. Heberti*, la *Nerita sinuosa*, *N. angulata*? Sow. et un grand nombre de petits gastéropodes.

Au-dessous sont, dans les deux coupes, les argiles et lumachelles à *Ostrea virgula*, épaisses de 28 mètres environ, dont la faune est tout à fait distincte des assises supérieures, mais qui, à la Crèche, présentent, intercalées à la base, des couches de grès et de sables avec *Ostrea virgula* d'une épaisseur de 6 à 8 mètres.

Le tableau suivant mettra sous les yeux du lecteur les rapports que nous venons d'établir :

(1) *Bull. Soc. géol.*, 4^{re} sér., t. IX, p. 444, 1839.

Groupes.	Le Portel et Alprech d'Equihen à Châtillon.	La Grèche et Wimereux.
1. — Grès à <i>Trigonia gibbosa</i>	N° 1 à 11. 9 ^m ,05	a à l. 12 ^m ,10
2. — Argiles à <i>Ostrea expansa</i>	N° 12 à 15. 18 ^m ,90	m à j' 19 ^m ,65
3. — Argiles à <i>Trigonia Pellati</i>	N° 16 à 17. 10 ^m ,90	k' à n'. 15 ^m ,10
4. — Sables et grès à <i>Perna Suessi</i>	N° 17 bis à 22. 12 ^m ,50	o' à r' 9 ^m ,20
5. — Grès et conglomérat à <i>Trigonia Mu-</i> <i>nieri</i>	N° 25. 1 ^m ,50	s'. 1 ^m ,50
6. — Grès mamelonnés à <i>Trigonia Mu-</i> <i>nieri</i>	N° 24 et 25 7 ^m ,00	t' à v' 11 ^m ,60
7. — Argiles et lumachelles supérieures à <i>Ostrea virgula</i>	N° 26 à 52. 27 ^m ,25	A à H 28 ^m ,45
8. — Grès et sables à <i>Ostrea virgula</i>	N° 55, le reste n'est pas visible.	I à L. 7 ^m ,80
9. — Argiles et lumachelles inférieures à <i>Ostrea virgula</i>		M à W. 58 ^m ,50

§ 3. — Coupe de la Pointe aux Oies à Wimereux.
p. 232, fig. 2.

Les couches continuent à plonger au nord jusqu'à la Pointe aux Oies pour se relever vers Audrecelles. Pour suivre la même succession descendante, nous les prendrons donc d'abord à la Pointe aux Oies.

La partie supérieure présente une couche de 0^m,50 de sable avec concrétions ferrugineuses. Quelquefois au-dessous de ce sable ferrugineux viennent des argiles bleuâtres (2 mètres), qui reposent elles-mêmes sur une marne calcaire (0^m,50) presque feuilletée et sans fossiles.

Au-dessous viennent successivement de haut en bas :

1, 2 (4).	A'. Calcaire gris blanc, légèrement oolitique, avec <i>Trigonia gibbosa</i> . Cette couche est fortement ravinée, souvent incrustée à sa surface de carbonate de chaux stalagmiforme, dépôt spécial postérieur à la formation du banc, épaisseur. . .	m 4,00
3.	B'. Sable.	2,00
4.	C'. Grès sableux avec <i>Ammonites giganteus</i> , <i>Trigonia</i> , etc. Cette couche est au niveau de la mer au ruisseau.	0,80
5 à 7.	D'. Sable jaunâtre argileux, passant à l'argile bleue, <i>Ammonites giganteus</i>	2,20
8, 9.	E'. Grès noduleux avec grosses concrétions sphéroïdales de calcaire argileux. . .	0,25
10.	F'. Sable jaunâtre passant au grès, présentant alors de nombreuses empreintes	
	<i>A reporter</i>	6,25

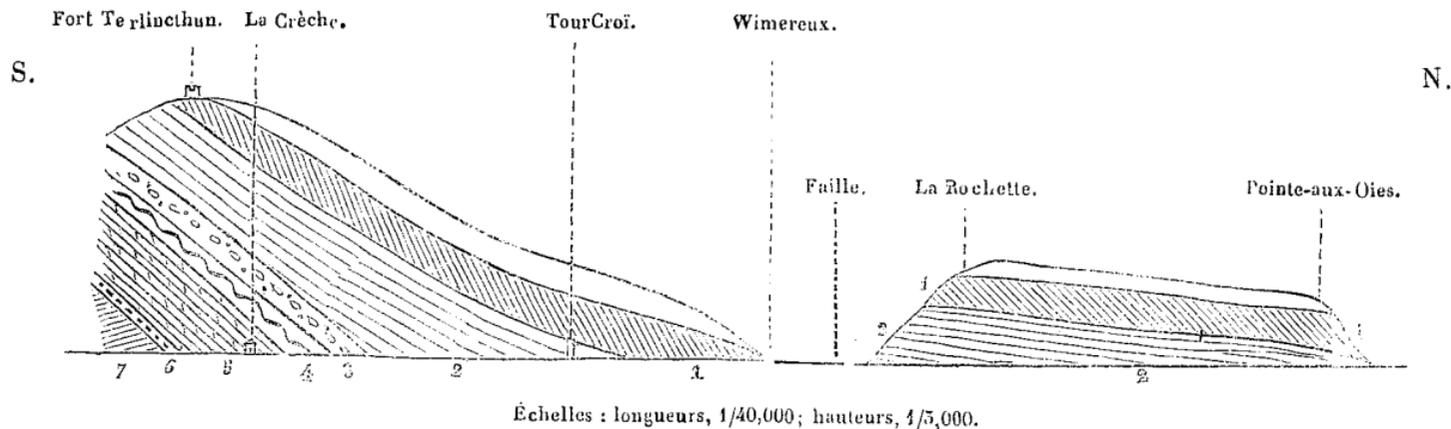
(4) Les chiffres 1, 2, 3, etc., se rapportent à la première coupe.

		Report.	m 6,25
		cylindroïdes se croisant dans tous les sens, et des fragments de tiges carbonisées variant de 0 ^m ,40 à 1 mètre, épaisseur moyenne.	0,60
41.	}	G'. Grès avec <i>Trigonia gibbosa</i> . <i>Cardium dissimile</i> , c. <i>Pecten lamellosus</i> . <i>Plicatula</i>	0,45
		H'. Sable argileux.	0,50
		I'. Grès semblable à G'.	0,50
		J'. Sable argileux.	0,30
		K'. Grès calcarifère à surface irrégulière, avec <i>Cardium dissimile</i>	0,60
		L'. Sable argileux.	1,20
Tous ces bancs sableux passent souvent au grès, et de jaunes deviennent bruns ou noirs.			
42.	M'. Grès calcarifère noduleux, bleuâtre, en lits sinueux, séparés par de minces lits d'argile avec : <i>Trigonia gibbosa</i> , <i>T. incurva</i> , <i>Cardium dissimile</i> , <i>Ostrea expansa</i> , a. r., <i>Hemicidaris boloniensis</i> , <i>Pecten lamellosus</i> , c. c. .		4,50
43, 44.	}	N'. Lits semblables à M' avec : <i>Ostrea expansa</i> , c. c. Trigonies et végétaux.	3,50
		O'. Intervalle invisible.	3,00
45. {	}	(A) d', c'. P'. Argile schisteuse.	3,00
		j', j'. Q'. Calcaire gris passant au grès, <i>O. expansa</i> , c. c.	0,40
		g'. R'. Argile graveleuse remplie d' <i>O. bruntrutana</i> . Lignite.	0,60
		h'. S'. Argile bleue pure, moules de très-petits fossiles.	2,20
		i', j'. T'. Argile graveleuse ou avec plaquettes calcaires : <i>Ammonites rotundus</i> . <i>Trigonia</i> . <i>Perna Bouchardi</i>	0,30
46 (pars). h'.	U'. Argile pure, fossiles rares.		2,00

Cette dernière couche affleure à 300 mètres environ avant la pointe de Wimereux ; elle disparaît ensuite par suite d'un

A reporter. 29,90

(A) Les lettres d' c', etc., se rapportent à la deuxième coupe.



Assises				
Sous-étage portlandien.	supérieure. . . 1		Grès à <i>Trigonia gibbosa</i> .	
	moyenne. . . 2		Argiles à <i>Ostrea expansa</i> .	
	inférieure. . . {	5		Conglomérats } à <i>Trigonia Munieri</i> .
4			Grès mamelonnés } à <i>Perna Suessi</i> .	
Sous-étage kimmérien.	Assise supérieure. . {	5		Argiles supérieures à <i>Ostrea virgula</i> .
		6		Grès à <i>Ostrea virgula</i> .
		7		Argiles inférieures à <i>Ostrea virgula</i> .

Fig 2. — Coupe de la Crèche à la Pointe aux Oies.

Report.^m 29,90

léger plongement au sud, mais pour reparaître et former la base de la pointe de la Rochette, en face de Wimereux.

Au sommet de cette pointe, on retrouve les couches supérieures de la Pointe aux Oies; elles y sont même mieux développées. Le sable à concrétions ferrugineuses a 4^m,50; les argiles bleuâtres, qui renferment ici de nombreux petits graviers calcaires et sont quelquefois jaunâtres, ont 2 mètres; la marne calcaire a environ 2 mètres. Au-dessous, le calcaire concrétionné, qui ne formait à la Pointe aux Oies qu'une incrustation superficielle, forme ici un banc spécial de 0^m,50 à 0^m,70 d'épaisseur. Il devient un véritable conglomérat, où des fragments de quartz blanc, très-roulés, et gros comme le poing, des blocs de grès portlandiens, gros comme la tête, et aussi très-roulés, se trouvent cimentés par des infiltrations de carbonate de chaux, qui a formé dans les interstices de belles cristallisations spathiques. Ce conglomérat, ainsi que les marnes qui le recouvrent, font partie du *Purbeck* dont ils forment la base dans le Boulonnais.

C'est à ce calcaire concrétionné qu'appartiennent le calcaire à Cypris et le calcaire à Cyclades, depuis longtemps signalé. Ce calcaire, visible autrefois dans une carrière aujourd'hui disparue, se trouve en blocs nombreux dans les champs entre le fort *Therlinethun* et le hameau de *Jésus flagellé*. Il existe sur le sommet de la falaise entre le fort Croi et la Crèche et au pied, en morceaux roulés.

En ajoutant aux 29^m,90 d'assises portlandiennes les 6 mètres des couches supérieures que nous venons de mentionner, on trouve 35^m,90 pour l'épaisseur des couches à la pointe de la Rochette; toutefois cette hauteur n'est évaluée qu'à 30 mètres sur la feuille de l'état-major. Cette différence s'explique parfaitement par le tassement des sables et des argiles.

En approchant de Wimereux, on rencontre au-dessous des couches précédentes :

16 (pars).	$\left\{ \begin{array}{l} l'. \\ m'. \end{array} \right.$	V'. Argile terreuse peu fossilifère, <i>Perna</i>	2,00
		X'. Lit d'argile rempli de moules brisés noirs et durs de fossiles et d' <i>Ostrea bruntrutana</i>	0,20

A reporter. 32,40

	Report.	32,40 ^m	
47, n' (pars).	}	Y'. Trois lits de grès séparés par des argiles, fossiles rares.	4,00
		Z'. Argile feuilletée noire à points blancs, passant au grès.	4,00
		W'. Argile feuilletée plus pure, remplie d'empreintes de petites Astartes, quelques minces lits gréseux; base de la falaise de Wimereux	1,50
		Total.	35,60

Les couches Y', Z', W', représentent ensemble la partie supérieure du n° 47 de notre première coupe et de la couche n' de la seconde.

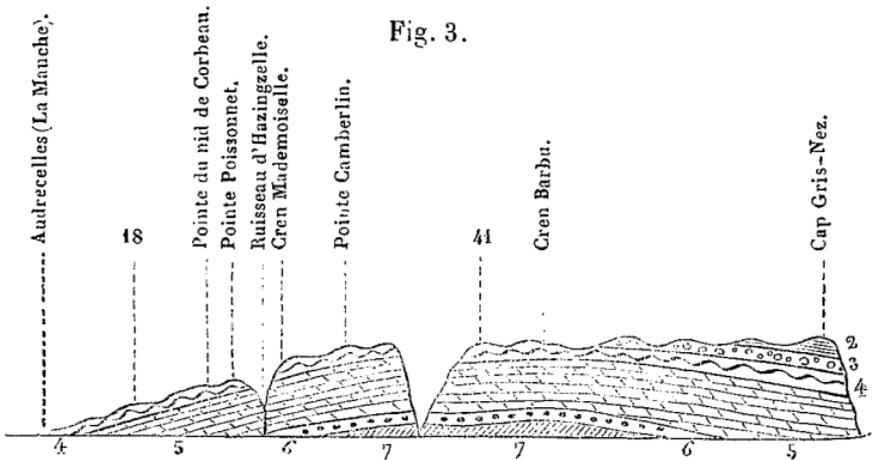
Il est facile de reconnaître dans cette coupe les horizons suivants :

- Grès à *Trigonia gibbosa*, A' à L'. 40^m,40
- Argiles à *Ostrea expansa*, M' à Q'. 44^m,40
- Argile à *O. bruntrutana*, } R' à W'. 40^m,80
- *Trigonia Pellati*, }

Les argiles à *Trigonia Pellati* viennent buter contre les grès à *Trigonia gibbosa* qui forment la plage de l'autre côté du ruisseau de Wimereux ; de part et d'autre, le plongement est le même ; il y a donc là une faille de 20 à 25 mètres au moins.

La coupe de la Pointe aux Oies à Wimereux ne descend point jusqu'aux bancs à Pernes.

§ 4. — Coupe d'Audrecelles au cap Gris-Nez.



Même légende que figure 2, page 252.

		m	
24	(4) {	4'. Sables gris.	2,00
		2'. Grès calcarifère en plaquettes avec <i>Ostrea virgula</i> , <i>Trigonia Pellati</i> P.	0,70
25	{	3'. Sable gris ou jaune (<i>Ostrea virgula</i>).	1,30
		4'. Grès gris jaunâtres mamelonnés, avec concrétions cylindroïdes, présentant d'énormes rognons et constituant les roches de la plage d'Audrecelles, se délitant en plaques à la sortie du village.	2,00
		5'. Sable jaune, sans fossiles, avec gros nodules de grès.	1,50
		6'. Grès ou sable jaune avec <i>O. spiralis</i>	2,00
		7'. Grès fissiles mamelonnés à la face inférieure; <i>O.</i> <i>spiralis</i>	2,00
		8'. Argile bleue, sableuse, schistoïde.	0,40
		9'. Grès schisteux bleuâtre, tendre, avec <i>O. virgula</i>	1,00
26	{	10'. Argile bleue, presque feuilletée, avec nombreuses empreintes de fossiles.	4,50
27.	11'	Cordon de calcaire lumachelle à <i>O. virgula</i>	0,45
28.	12'	Argile compacte peu fossilifère, avec un lit de no- dules calcaires aplatis.	2,00
29.	13'	Cordon de lumachelle à <i>O. virgula</i>	0,07
30	{	14'. Argile feuilletée.	2,00
		15'. Grès calcaire.	0,06
		15' bis. Argile feuilletée.	1,20
		16' Argile grise feuilletée, avec lits de grès minces.	1,30
31	{	17'. Calcaire lumachelle à <i>O. virgula</i> , avec <i>Ostrea del-</i> <i>toïdea</i> , <i>Trigonia muricata</i>	0,60
		18'. Argile compacte bleue, sans fossiles en haut, <i>Ostrea</i> <i>virgula</i> en bas.	2,00
		18' bis. Grès jaunâtre friable, avec <i>O. virgula</i>	1,00

Les nos 4 à 18 se voient successivement, par suite de leur relèvement vers le nord, en marchant d'Audrecelles vers la *Pointe du nid de Corbeau* (fig. 3).

Les nos 4 à 17 constituent cette même pointe de la base au sommet.

Au delà, au bas de la pointe *Poissonnet*, après un intervalle dans lequel les couches ont plongé en sens inverse, on peut observer les couches suivantes :

32.	{	19'. Argile et lumachelle remplies d' <i>O. virgula</i>	5,00
		20'. Argile compacte feuilletée remplie de petites em- preintes.	0,50
<i>A reporter</i>			33,28

(1) Ces chiffres se rapportent aux coupes précédentes, p. 222, 223, 226, 227.

		Report.	^m 33,28
33.	}	24'. Grès à <i>Gervillia kimmeridgensis</i> avec empreintes cylindroïdes, couvert d' <i>O. virgula</i>	0,80
		22'. Argile.	0,60
		22' bis. Grès à empreintes cylindroïdes.	0,20
34.	23'. Sable rougeâtre avec <i>O. virgula</i> en haut.	4,20	
35.	24'. Grès siliceux, compacte, à surface irrégulière.	1,00	
36.	25'. Sable jaunâtre avec deux lits de grès à empreintes cylindroïdes.	2,00	

L'épaisseur de chacun des bancs 23', 24', 25' varie, mais l'épaisseur totale reste la même, environ 4 mètres.

De la pointe *Poissonnet* au ruisseau d'Hazingzelle, les couches plongent au nord pour se relever bientôt; elles reparaissent au *Cren Mademoiselle*, et l'on voit sortir, de dessous le n° 25', les couches suivantes :

37.	26'. Argiles et grès argileux à <i>O. virgula</i>	4,00	
38.	}	27'. Argile compacte peu fossilifère.	1,00
		28'. Calcaire bleu, rempli de <i>Gervillia kimmeridgensis</i> , <i>Trigonia muricata</i> , visible à la base de la pointe Camberlin.	0,50
		Total.	44,58

puis les couches plongent vers le *Cren Barbu*. Les n°s 4' à 7', avec leur épaisseur totale de 41^m,50, forment le sommet du *Cren Barbu*. Ce système correspond aux grès mamelonnés inférieurs au poudingue à *Trigonia Munieri*. En effet, on voit au-dessous, dans l'ordre descendant :

1°	Argiles et lumachelles à <i>Ostrea virgula</i> , n°s 8' à 20', ép.	22 ^m ,00.	
2°	Sables et grès à <i>O. virgula</i> n°s 24' à 25',	5 ^m ,80.	
3°	Argiles et lumachelles à <i>O. virgula</i> . . n°s 26' à 28', etc.		

Ainsi, la coupe que nous venons de donner s'arrête avant le conglomérat et les bancs de Pernes; mais ces derniers bancs sont visibles sur le sommet qui suit au nord le *Cren Barbu*, comme aussi sur la plupart des autres sommets de cette falaise; au cap Gris-Nez, ils sont très-développés et présentent des coupes d'une grande netteté, bien que, sur des points très-rapprochés, chaque coupe varie assez notablement d'épaisseur ou de caractère pétrographique. Néanmoins, on peut constater, à partir des grès mamelonnés, la succession suivante de bas en haut :

23.	A. Conglomérat à cailloux roulés de quartz, avec <i>Trigonia Munieri</i> , <i>T. Pellati</i>	0,50
		A'. Argile bleue schisteuse.
22.	A''. Grès.	4,50
24 à 48.	B. Sable à strates obliques, passant au grès, avec <i>Perna Suessi</i> disséminées et petits cailloux roulés de quartz, <i>T. Munieri</i> , <i>T. Pellati</i>	7,00
		C. Sable argileux jaune en lit horizontal avec nombreuses Pernes.
47 bis.	D. Argile terreuse passant au grès, avec <i>Ano-</i> <i>mya suprajurensis</i> et nombreuses em- preintes.	4,00
47 (pars).	E. Calcaire sableux ou grès calcarifère.	4,50
	F. Sable jaune.	4,00
	G. Grès sableux schistoïde.	0,50
	H. Argile feuilletée.	2,00

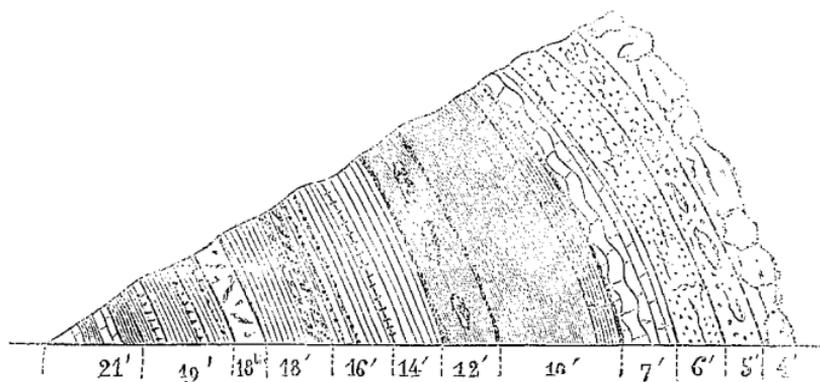
Les couches A, A', A'', ne sont pas toujours distinctes; souvent elles passent de l'une à l'autre, et se réduisent même à une assise de sable avec cailloux roulés de 2^m,50.

L'assise B reste assez constante.

Les couches supérieures F, G, H sont surtout visibles sur la face septentrionale du cap.

Au nord et au pied du cap Gris-Nez se trouve une sorte de promontoire appelé *les Épaulards*. Il est formé de haut en bas par les couches 4' à 22' de la coupe d'Audrecelles, lesquelles forment une série d'arcs concentriques comme l'indique le diagramme suivant :

Fig. 4. — *Les Épaulards*.



puis tout disparaît sous les dunes de Wissant, où le gault se présente supportant toute la masse crayeuse qui constitue le cap Blanc-Nez.

Nous voyons par les détails qui précèdent, que d'Audrecelles au cap Gris-Nez les assises supérieures de la série, c'est-à-dire les argiles à *Ostrea expansa* et à *Trigonia gibbosa*, manquent complètement.

Le groupe des sables et grès de la Crèche à *Trigonia Munieri* et à *Perna Suessi* y est très-complet; on y distingue, comme dans les autres coupes, de bas en haut :

1° Sables et grès à Pernes, n ^{os} 47 bis à 22 (D à A''),	épais. 40 ^m ,50
2° Grès et conglomérat à <i>Trigonia Pellati</i> et <i>T. Munieri</i> ,	
n ^o 23 (A et A').	3 ^m ,00
3° Grès mamelonnés à <i>T. Munieri</i> , n ^{os} 24 et 25 (A' à 7').	44 ^m ,50
	Épaisseur totale. 23 ^m ,00

au lieu de 21 mètres au Portel et de 22^m,30 à la Crèche.

Ici ce groupe n'est recouvert que par la partie inférieure des argiles à *Trigonia Pellati* (E à H), visibles sur une épaisseur de 5 mètres. Il repose sur les argiles et lumachelles à *Ostrea virgula* [n^{os} 26 à 32 (8' à 20')], dont l'épaisseur est de 22 mètres, au lieu de 27 à 28 mètres qu'elles présentent auprès de Boulogne.

Les grès et sables à *Ostrea virgula* (I à L, 21' à 25') ont ici 5^m,80, et enfin les argiles et lumachelles inférieures n'y sont visibles que sous une épaisseur de 5^m,50.

Il suit de cette étude détaillée que le tableau que nous avons donné p. 230, et qui résulte de la comparaison de nos deux premières coupes, celle de la falaise d'Alprech et celle de la falaise de la Crèche, représente très-exactement la composition des falaises jurassiques jusqu'au cap Gris-Nez. C'est à peine si l'épaisseur des divers groupes de couches, au nombre de neuf, que nous avons pu y suivre très-régulièrement, y souffre quelques légères variations.

§ 5. — Classification des assises jurassiques des falaises du Boulonnais.

Actuellement, pour mieux faire saisir les rapports de ces groupes entre eux, je présenterai aux yeux du lecteur le tableau de tous les fossiles que j'y ai recueillis, en les distribuant dans les différentes couches auxquelles ils appartiennent.

Toutefois, il est une première simplification qui se fait, pour ainsi dire, d'elle-même.

Si le groupe n^o 1, page 230, a des caractères bien distincts, les argiles n^o 2 et n^o 3 ne peuvent être séparées; l'*Ostrea expansa* abonde surtout dans le n^o 2, et la *Trigonia Pellati* dans le n^o 3,

mais ces fossiles se mêlent et les caractères des couches sont identiques. Nous réunirons donc ces deux groupes sous le nom d'argiles à *Ostrea expansa*.

De même, les groupes 4, 5, 6 composés tous trois de grès et de sables où abonde la *Trigonia Munieri*, la *Perna Suessi*, l'*Ammonites gigas*, etc., constituent un ensemble unique auquel nous donnerons le nom de grès et sables à *Trigonia Munieri* et *Perna Suessi*.

Enfin, il n'est pas nécessaire de maintenir la subdivision des argiles et lamachelles à *Ostrea virgula*; nous réunirons donc également les groupes 7, 8 et 9.

De là résultent 4 divisions pour la série jurassique des falaises du Boulonnais.

DIVISION A. — Sables et grès à <i>Trigonia gibbosa</i> et <i>T. incurva</i> , visibles au cap d'Alprech, à la butte de Ningle, au sud de Boulogne; à la Pointe aux Oies, Wimereux et la Crèche, au nord; épaisseur moyenne.	40 ^m .
DIVISION B. — Argiles à <i>Ostrea expansa</i> , visibles à la Crèche, à Boulogne, et au cap d'Alprech, environ.	30 ^m .
DIVISION C. — Sables et grès à <i>Trigonia Munieri</i> et <i>Perna Suessi</i> , visibles à Gris-Nez, à la Crèche, au Portel, etc., environ.	20 ^m .
DIVISION D. — Argiles à <i>Ostrea virgula</i> et <i>Trigonia muricata</i> , visibles à Audrecelles, à Boulogne et au fort la Crèche, sous une épaisseur maximum de.	75 ^m .

Les grès exploités au mont Lambert appartiennent tous à la division C. En effet, au four à chaux de Bainethun, au bas de la côte, on voit les argiles à *Ostrea virgula*. Tout à côté, et un peu au nord, sont les carrières de grès de la ferme du Lot; on y rencontre en abondance l'*Ammonites gigas* et la *Trigonia Munieri*; ces grès se rapportent aux nos 23, 24 et 25 de la Crèche. Au sommet de la côte, d'autres carrières profondes de 40 à 42 mètres montrent les sables et grès à *Perna Suessi* et *Natica Marcousana* toujours accompagnés de l'*Ammonites gigas*, n° 17 bis à 22. Ces deux niveaux de grès, quoique situés l'un au bas, l'autre en haut de la côte, se suivent donc immédiatement dans la série, et leur position relative s'explique parfaitement en raison du plongement assez fort dont les couches sont affectées vers le N. E., plongement qui me paraît être le prolongement du plissement des mêmes couches à la Crèche. Il n'est donc pas douteux que tout le système des grès du mont Lambert ne soit inférieur à celui des argiles à *Ostrea expansa*.

Cela posé, voici la répartition des fossiles que j'ai recueillis moi-même en place.

Distribution stratigraphique des fossiles recueillis dans les falaises jurassiques du Boulonnais.

ESPÈCES.	DIVISION A. — Sables et grès à <i>Trigonia gibbosa</i> et <i>incurva</i> .	DIVISION B. — Argiles à <i>Ostrea expansa</i> .	DIVISION C. — Sables et grès à <i>Trigonia Munieri</i> et <i>Perna Süssi</i> .	DIVISION D. — Argiles à <i>Ostrea virgula</i> .
1. <i>Serpula variabilis</i> , Sow. in Fitton.		12, 15.		
2. — <i>triserrata</i> , Fitton		12.		
5. — A.		13.		
4. — B.		13 (s).		
5. <i>Aptychus latus</i> , Park., sp.				×
6. <i>Ammonites rotundus</i> , Sow., d'Orb. (1).	2, 10, 11.	12, 15, 14, 15, 16.		28, 38, 40.
7. — <i>giganteus</i> , Sow.	6.	12.	25.	
8. — <i>gigas</i>		12.	17 bis, 24.	
9. — <i>longispinus</i>				28, 58, 40.
10. — A.	8.			
11. <i>Pterocera Oceani</i> , Brong.			× (la Crèche).	
12. — A.		15.		
15. <i>Natica elegans</i> , Sow.			18.	
14. — <i>Marcousana</i> , d'Orb.			18 à 22.	
15. — <i>athleta</i> , d'Orb.			×	
16. — <i>Hebertina</i> , d'Orb.			×	
17. — A.	1, 2, 4, 8.			
18. <i>Nerite sinuosa</i> , Sow.			18 à 22.	
19. — <i>angulata</i> ?, Sow.			18 à 22.	
20. <i>Turritella</i> , A.	2.			
21. <i>Cerithium</i> , A.	2.			
22. <i>Pleurotomaria</i> , A.		15 (r).		
25. <i>Panopæa</i> , A.	11.			
24. — <i>donacina</i> , Ag., sp.		12.		
25. — <i>Voltzii</i> , Ag., sp.	11.	12.		
26. <i>Pholadomya</i> , A.	11.	12, 15 (n).		
27. — <i>acuticostata</i> , Sow.				58.
28. <i>Psammobia</i> , A.	1.			
29. <i>Thracia</i> , A.			18.	
50. <i>Astarte rugosa</i> (? Sow., sp.), d'Orb.	2, 8.	12.		
31. — <i>cuneata</i> , Sow.	2.	15.		
52. <i>Trigonia gibbosa</i> , Sow.	1, 2, 4, 6, 11.	12, 15.		
55. — <i>Munieri</i> , Héb.			21, 25, 28.	
54. — <i>incurva</i> , Bennett.	1, 2, 4, 6.	12.		
58. — <i>radiata</i> , Bennett.	2, 4, 6.			
58 bis. — <i>liguriana</i> , Mun. Ch.			19.	

36.	— <i>Carvel</i> , Mun. Ch.	2.	12, 13, 15, 10, 17.	17 bis, 21, 23, 25.	
37.	— <i>Pellati</i> , Mun. Ch.	11.			
38.	— <i>muricata</i> ?, d'Orb.			19.	31, 38.
39.	— <i>concentrica</i> ?, Ag.				
40.	— <i>barrensis</i> , Buv.		12.		
41.	<i>Lucina portlandica</i> , Sow.	2.			
42.	<i>Cardium dissimile</i> ?, Sow.	11.	12.		
45.	<i>Nucula Menkei</i> , Rem.				
44.	<i>Pinna granulata</i> , Sow.				58.
45.	— A.	11.			40.
46.	<i>Mytilus</i> , A.		12.		
47.	— B.		15.		
48.	— <i>portlandicus</i> , d'Orb.			× (la Crèche).	
49.	<i>Avicula Octavia</i> , d'Orb.	6, 10, 11.	12, 13, 15.		
50.	— A.			19.	
51.	<i>Gervillia kimmeridgensis</i> , d'Orb.				
52.	<i>Perna Bouchardi</i> , Oppel.		15 (r), 15.		38, 46.
55.	— <i>Suessi</i> , Oppel.		13 (z).	17 bis, 19, 20 bis, 22.	
54.	<i>Lima</i> , A.		15.		
55.	— B.		12, 13.	22.	
56.	— <i>rustica</i> , Sow.	10.			
57.	<i>Pecten lamellosus</i> , Sow.	10, 11.	12, 13 (o).		
58.	— A.		15 (s), 15.		
59.	<i>Plicatula</i> , A.	10, 11.	12.		
60.	<i>Ostrea brantulana</i> , Thurm., sp.	11.	12, 13, 14, 15, 16.	21.	
61.	— <i>distorta</i> , Sow.		12, 13.		
62.	— <i>spiralis</i> , Goldf., sp.			22 (r), 25.	
63.	— <i>virgula</i> , Goldf., sp.			22, 25, 24, 25.	×
64.	— <i>deltoides</i> , Sow.				26, 27, 28, etc.
65.	<i>Anomya suprajurensis</i> , Buv.		15.	17 bis.	51.
66.	<i>Hemicidaris boloniensis</i> , Colteau.		12.		
66 bis.	— <i>purbeckensis</i> , Forbes.			22.	
67.	<i>Cidaris</i> , A.		15 (s).		
68.	<i>Pseudo-diadema</i> , A.	11.			
		26	35	25	11
15.	Il faut ajouter à ce nombre 15 espèces, de petite taille, appartenant aux genres <i>Cerithium</i> , 4; <i>Tarritella</i> , 2; <i>Tornatella</i> , 1; <i>Acteon</i> , 2; <i>Bullina</i> , 1; <i>Corbula</i> , 1; <i>Venus</i> , 1; <i>Cyrena</i> ; <i>Lucina</i> , 1; <i>Astarte</i> ; recueillies avec les <i>Pernes</i> et les <i>Natica Marcousana</i> dans la division C, ci.			15	
85.	Totaux.	26	55	58	11

(1) Voyez la note (1), page 220.

Les nos 1, 2, 3, etc., placés dans les colonnes relatives aux divisions A, B, C, D, se rapportent aux couches ainsi désignées dans mes coupes. Les lettres A, B, etc., placées à la suite des noms de genre, indiquent des espèces nouvelles. Le signe X signifie que l'espèce appartient à la division, mais que la couche ne peut être indiquée. (Voy. le tableau ci-contre, p. 240.)

Les affinités paléontologiques qui résultent du tableau précédent sont exprimées par les chiffres suivants :

ESPÈCES	
propres	communes
à A. 12	entre A et B. . . . 13
— B. 17	— B — C. 7
— C. 29	— C — D. 2
— D. 8	— A — C. 3
	— A, B et C. . . . 3

Bien que ces chiffres, résultat des recherches d'un seul observateur, et pendant un temps très-limité, ne puissent avoir la prétention d'exprimer des rapports rigoureux, et qu'ils soient évidemment destinés à être modifiés, il n'en ressort pas moins avec une entière évidence :

1° Que la division D, dont je n'ai, il est vrai, recueilli que les espèces les plus communes et dont j'aurais pu augmenter le nombre, ne renferme guère que des fossiles caractéristiques du *Kimmeridge-clay* du Havre, et même des couches les plus élevées, celles qu'on peut observer à Octeville au contact des sables créacés, car l'*Ammonites longispinus* indique toujours un niveau plus élevé que l'*A. Erinus* ; et ce dernier, où abonde la véritable *Ostrea deltoidea*, la *Pholadomya Protei*, etc., ne se trouve pas à Boulogne ;

2° Qu'avec la division C commence une faune nouvelle dont quelques espèces, comme l'*Ammonites gigas*, ont une extension considérable. Il est vrai qu'à Boulogne, comme à Auxerre, à Tonnerre (1) et ailleurs, l'*Ostrea virgula* remonte, non pas toujours par individus isolés, mais même par couches, jusque dans les assises à *Ammonites gigas* (division C.) ; c'est une association d'un caractère tel qu'il nous paraît suffisant pour nous empêcher de considérer les argiles à *Ostrea virgula* (division D), et les sables et grès

(1) *Bull. des sc. hist. et nat. de l'Yonne*, vol. XVII, 2^e part., p. 44.

à *Perna Suessi*, *Trigonia Munieri*, *Ammonites gigas*, comme appartenant à des étages distincts, comme nous séparons, par exemple, le coral-rag et l'Oxford-clay, ou la grande oolite; mais cela ne doit pas non plus nous empêcher de reconnaître que la différence des faunes est considérable;

3° Que les divisions C, B et A ont entre elles beaucoup plus d'affinités qu'avec D; la moitié de la faune de chacune se retrouvant dans les deux autres, en faisant abstraction des nombreuses petites espèces des sables de C.

C'est donc entre les argiles à *Ostrea virgula* (division D) et les grès de la Crèche qu'il convient de placer la principale ligne de démarcation. Les premières appartiennent à la partie supérieure du sous-étage kimmérien; les trois autres systèmes constitueront le sous-étage portlandien, qui se trouvera ainsi nettement divisé en trois parties, dont l'ensemble, dans les falaises du Boulonnais, présentera une épaisseur totale de 60 à 70, tandis que la partie visible du *Kimmeridge-clay*, représentant pour moi des assises plus élevées que celles de Sainte-Adresse, a 75 mètres de puissance à la Crèche.

Bienque, dans le Boulonnais, les argiles kimmériennes présentent une intercalation de sables et de grès analogues à ceux du groupe portlandien, ce qui est encore une raison de maintenir les deux systèmes dans le même étage, leur séparation en sous-étage est cependant légitimée, outre le caractère paléontologique, par la présence, à la base des grès portlandiens de la Crèche, de ces conglomérats coquilliers si riches en fossiles, et où abondent les cailloux roulés de quartz, et par la prédominance de l'élément arénacé sur l'élément argileux, ce qui était l'inverse dans le sous-étage inférieur.

J'ai montré, dans un précédent travail (1), que le calcaire à Astartés était encore partie intégrante du même étage. Ce grand tout présente à la fois un très-beau développement et une succession d'horizons géologiques plus complète que partout ailleurs dans le Barrois; aussi avons-nous repris déjà (2) depuis plusieurs années ce nom de *calcaires du Barrois* que notre illustre et vénéré doyen, M. d'Omalius d'Halloy, avait adopté autrefois, et notre sixième étage jurassique (3) se trouve ainsi formulé aujourd'hui :

(1) *Les mers anciennes dans le bassin de Paris*, etc., p. 58 et suiv., 1857.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XXI, p. 28, 1863.

(3) *Mers anciennes*, p. 86.

Sous-étages

6° ÉTAGE.	}	supérieur. — Calcaires portlandiens
<i>Calcaires du Barrois.</i>		moyen. . — Argile kimmérienne.
		inférieur. — Calcaire à Astartés.

Chacun de ces sous-étages se subdivise en assises qui seront, pour le système portlandien du Boulonnais :

Assise supér., oolite portlandienne et grès à *Trigonia gibbosa* ;
Assise moy., argiles à *Ostrea expansa* et *bruntrutana* ;
Assise infér., grès à *Trigonia Munieri* et *Ammonites gigas*.

Actuellement, si l'on veut bien se reporter à ce que nous avons dit du système portlandien des différentes parties du bassin de Paris, dans l'ouvrage précédemment cité (1), on verra que les trois assises que nous venons de caractériser se reconnaissent parfaitement :

1° Dans le Barrois (p. 74) : l'assise inférieure, les calcaires à *Ammonites gigas* ; l'assise moyenne, les lunachelles à *Ostrea bruntrutana* ; l'assise supérieure formée de calcaires (2) et d'oolite.

2° Dans le pays de Bray (p. 76), les assises inférieure et moyenne présentent les mêmes caractères que dans le Barrois ; l'assise supérieure y est formée de sables et de grès avec *Trigonia gibbosa*, associés à des lits calcaires, comme dans le Boulonnais.

La possibilité de reconnaître les trois subdivisions établies ci-dessus dans le système portlandien du Boulonnais, semble donc être bien évidente pour tout le bassin de Paris.

Si l'on consulte le travail de Fitton sur le système portlandien d'Angleterre (*Trans. Geol. Soc.*, vol. IV, 1836), on verra (p. 352 et suivantes) que les espèces suivantes de notre liste se trouvent dans ce pays, savoir :

1° Dans le Portland-stone : *Lucina portlandica*, *Astarte* (*Cytherea rugosa*), *A. cuneata*, *Cardium dissimile*, *Trigonia gibbosa*, *T. incurva*, *Perna quadrata*? (*Perna Bouchardi*), *Pecten lamellosus*, *Lima rustica*, *Ostrea expansa*, *O. distorta*, *Nerita angulata*? *N. sinuosa*, *Natica elegans*, *Ammonites rotundus* (*A. bplex*, Fitton), *A. giganteus*.

En outre, il est probable que l'*Exogyra nana* n'est autre chose que de jeunes *Ostrea bruntrutana*, que la *Trigonia clavellata* est la *T. Pellati*.

(1) P. 74 et suiv.

(2) J'y ai recueilli un bel exemplaire d'*Ammonites giganteus*, Sow., que j'ai laissé à la collection de l'École normale.

2° Dans le *Portland-sand* : *Serpula triserrata*, *S. variabilis*, *Astarte rugosa* (*Cytherea*, Sow.), *Cardium dissimile*? *Trigonia Pellati* (*clavellata*, Fitton), *T. gibbosa*, *T. incurva*, *Perna quadrata*? (*P. Bouchardii*), *Pecten lamellosus*, *Lima rustica*, *Ostrea bruntrutana* (*Ex. nana*), *Ammonites rotundus*, Sow. (*A. bplex*), *A. giganteus*;

Ce qui constitue plus des trois quarts de la faune portlandienne d'Angleterre, telle que Fitton l'a donnée. Plusieurs de ces espèces, comme *Natica elegans*, *Nerita angulata*, *Nerita sinuosa*, *Trigonia Pellati*, descendent dans notre portlandien inférieur. Ainsi, dans l'état actuel de nos connaissances, les assises du Boulonnais, que nous rapportons à la série portlandienne d'Angleterre, en ont bien la faune.

Il y a plus, la coupe de l'île de Purbeck donnée par Fitton (1) reproduit des divisions analogues aux nôtres et par leurs caractères minéralogiques, et par leur épaisseur, savoir, de haut en bas :

- 1° *Portland-stone*. 40 à 42^m.
 2° *Portland-sand*.
 A. Sable argileux, plus ou moins cohérent, avec concrétions plus dures. 8 à 40^m.
 B. Argile sableuse avec lits de concrétions calcaires. 20^m.
 C. Grès plus ou moins marneux avec gros nodules concrétionnés à la base, environ. 45^m.
 5° *Kimmeridge-clay*.

D'après tous ces rapprochements paléontologiques et stratigraphiques, et malgré l'état d'imperfection de nos connaissances sur la faune des diverses assises du *Portland-sand* d'Angleterre, il nous paraît bien probable que notre division A du Boulonnais ou portlandien supérieur représente le *Portland-stone* des Anglais, et les divisions B et C, le *Portland-sand*.

C'est aux explorateurs qui soumettront les couches portlandiennes d'Angleterre à une analyse semblable à celle que nous venons de donner pour le Boulonnais, à contrôler ces aperçus ; nous appelons ce travail de tous nos vœux. On arriverait ainsi à connaître beaucoup mieux une faune bien ignorée jusqu'ici, et cependant du plus haut intérêt, puisque c'est la dernière faune essentiellement marine de la période jurassique, et il sera très-curieux de voir jusqu'où vont ses affinités avec la première faune crétacée.

(1) *Loc. cit.*, p. 214,

On remarquera que le travail précédent, tout en fournissant des éléments stratigraphiques et paléontologiques pour cette étude, opère dans les classifications généralement adoptées pour le Boulonnais une modification assez considérable, en plaçant les argiles à *Ostrea expansa* (*O. deltoideu* des observateurs) dans le *Portland-sand*, tandis qu'elles étaient considérées depuis 1839 comme faisant partie du *Kimmeridge-clay*, aussi bien que les grès à *Ammonites gigas* de la Crèche et du Portel. Il suffit pour cela de se reporter à l'exposé très-clair qu'en a fait Constant Prévost (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1^{re} série, t. IX, p. 390) et à la note de Fitton (p. 444).

Mais j'ai prouvé, et ce me semble d'une manière inattaquable, que les grès de la Crèche et du Portel correspondent exactement à ceux du *Gris-Nez*, que Constant Prévost et Fitton (1), et à leur suite tous ceux qui depuis ont eu occasion de parler de ces couches, ont considérés comme portlandiens, ce en quoi ils avaient parfaitement raison. C'est aussi au même horizon qu'appartiennent les grès du mont Lambert, que M. Élie de Beaumont (2) a très-justement rapportés au *Portland-sand*.

L'erreur commune aux divers auteurs a été de confondre ces grès, qui, en réalité, sont inférieurs au système des argiles à *Ostrea expansa*, avec les grès de Wimereux et du cap d'Alprech, qui sont supérieurs à ces argiles.

J'ai fait cette rectification en 1860, dans l'excursion que j'ai mentionnée au commencement de cette notice, et je l'ai faite dans des conditions de publicité suffisantes pour que je n'hésite pas à en réclamer la priorité.

M. Sæmann présente, à la suite des communications précédentes, les observations suivantes :

Le beau travail de M. Pellat, dont j'ai eu l'occasion de reconnaître la parfaite exactitude sur place, exactitude qui n'a fait que se confirmer par l'étude attentive des fossiles, constate l'existence du coral-rag (supérieur) de Tonnerre à la base de l'étage kimmérien du Boulonnais et fixe la place de l'*Ammonites gigas* au milieu d'une puissante formation argileuse dont l'ensemble constitue l'étage kimmérien. Mes propres études m'ont permis d'établir que les sables moyens se placent, par l'ensemble de leurs fossiles, au ni-

(1) *Loc. cit.*, p. 432, 454, et fig. 7 bis.

(2) *Explic. de la carte géol. de la France* (vol. II, p. 564).

veau du calcaire du Barrois, qui a passé généralement pour un équivalent de l'étage portlandien d'Angleterre.

La présence et la récurrence à différents niveaux de fossiles caractéristiques de l'étage kimmérien, tels que l'*Ostrea deltoidea*, l'*O. dubiensis* (Contejean) et le *Pterocera Oceani*, ne permettent pas de scinder cet ensemble, et il y a lieu de revenir à la première manière de voir des géologues français, notamment de MM. Constant Prévost et Élie de Beaumont, qui ont compris l'étage dans le sens indiqué ici, bien que l'état des lieux ne leur permit pas d'observer aussi bien qu'on le peut aujourd'hui les relations des sables avec le reste de la formation.

Limité de cette manière, il reste, entre le dernier banc kimmérien, qui est un calcaire glauconieux grossièrement cellulaire ou concrétionné et renfermant les mêmes fossiles que les dernières argiles kimmériennes qui le supportent, et entre les couches du Purbeck, un ensemble de couches sableuses et sans fossiles dans sa partie supérieure, calcaires vers le haut, qui représente exactement, quoique avec une moindre épaisseur, les sable et calcaire portlandiens d'Angleterre.

Les géologues anglais n'ont pas encore fourni la preuve que leur étage portlandien mérite le rang qu'il a occupé jusqu'ici au même titre que les autres étages jurassiques.

Le nombre total de vrais fossiles portlandiens, suffisamment bien décrits et figurés en Angleterre, ne dépasse guère 16 espèces de mollusques et de radiés, provenant des carrières de l'île de Portland, de Tisbury et de Swindon.

Tous les autres fossiles cités, par exemple par Fitton, sont, ou des moules indéterminables (*Buccinum naticoides*, *Natica elegans*, etc.), ou des espèces indiquées seulement par le nom du genre (par ex., *Turbo*, petite espèce, *Modiola*, sp., *Mytilus*, sp.).

Pour quelques espèces, les localités ne sont pas suffisamment précisées (par ex., loc. Vale of Wardour), et d'autres enfin sont déterminées d'une manière évidemment erronée (ex. : *Gryphæa dilatata*, *Pecten orbicularis*, *Perna quadrata*, *Trigonia clavellata*, *Venus parva* (du grès vert) et autres.

La mention souvent répétée par Fitton, que ses fossiles du sable portlandien sont recueillis à la partie inférieure dans des concrétions vertes (glauconieuses) de couleur foncée, etc., fait supposer que ce géologue les aura pris dans des couches correspondant au calcaire glauconieux du Boulonnais, dont la liaison intime avec l'étage kimmérien ne peut être établie que par une étude attentive de ses fossiles.

Il est d'ailleurs probable que la suppression du portlandien comme étage sera le résultat des premières études approfondies qu'on entreprendra pour en déterminer le caractère paléontologique. — En attendant, il est permis de dire qu'à l'exception des falaises du Boulonnais, il n'existe sur aucun point du continent un ensemble de fossiles *décrits ou déterminés avec soin*, qu'on pourrait rapporter au portlandien d'Angleterre.

La présence du Purbeck (oolite vacuolaire) ne peut servir pour préjuger l'âge des couches qui le supportent; il existe des points dans le Hanovre où cet étage, d'une épaisseur énorme, repose sur le coral-rag, comme il repose sur le kimmérien moyen (à *Ammonites gigas*) dans l'est de la France, et seulement dans le Boulonnais et en Angleterre la série est complète, ce qui paraît dépendre d'un soulèvement lent, ayant diminué les profondeurs des eaux à partir du centre du continent.

Nous avons l'espoir de voir paraître sous peu une description complémentaire des fossiles du kimmérien moyen et supérieur, principalement du Boulonnais, qui, réuni aux études stratigraphiques de M. Pellat et aux belles coupes de M. Michelot, rendra cette contrée classique pour l'étude de la partie supérieure du terrain jurassique sur laquelle planent encore de nombreuses incertitudes. En attendant ce complément nécessaire, que j'espère accompagner du développement raisonné de la thèse soutenue ici, je joins à cette note le tableau suivant, qui la résume provisoirement :

TERRAIN JURASSIQUE SUPÉRIEUR DU BOULONNAIS.

- | | |
|--|--|
| Numéros
correspondants
des coupes
de M. Pellat. | (Minerai de fer à moules de Cyrènes dépendant de
l'étage wealdien (<i>Hastings-sand</i>) crétacé.) |
| 9. | Étage des couches de Purbeck, à tiges de cycadées. |
| 8. | Horizon de l' <i>Ammonites giganteus</i> , Sow., caractérisé par le nombre immense de <i>Trigonia gibbosa</i> et <i>Heberti</i> . — Calcaire portlandien.
Sable sans fossiles. — Sable portlandien. |
| 7. | Calcaire glauconieux à grandes Astartés. Argiles schisteuses calcarifères ou glauconieuses, niveau de l' <i>Ammonites bplex</i> et de l' <i>Ostrea expansa</i> avec <i>O. deltoidea</i> et des bancs puissants d'une lumachelle à petites Huîtres (<i>O. dubiensis</i> , Contejean). — Kimmérien supérieur. |
| 6. | Sables à <i>Pterocera Oceani</i> et <i>Cyprina Brongniarti</i> dans le haut, à <i>Perna rugosa</i> et à fossiles du calcaire du Barrois vers le milieu, à <i>Ammonites gigas</i> et <i>suprajurensis</i> à la base. — Kimmérien moyen. |

- 2, 3, 4, 5. Argiles et calcaires bleus à *Ostrea virgula* et *bruntrutana*,
Mya rugosa, *Pholadomya hortulana*, *Ammonites*
orthoceras et *Lallierianus*? — Kimméridien inférieur.
4. . . . Calcaires sableux à *Pygurus Blumenbachii* et *Diadema*
mammilatum. — Coral-rag supérieur.

Séance du 8 janvier 1866.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, 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. DE ROSSI (le chevalier Michele-Stefano), à Rome (Italie), présenté par MM. Ponzi et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, décembre 1865; in-4.

De la part de M. Ernest Frignet, *La Californie*, in-8, 479, p.; Paris, 1866; chez Schlesinger frères.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, décembre 1865; in-8.

De la part de M. le frère Ogérien, *Terrain diluvien dans le Jura*; in-8, 77 p.; Lons-le-Saulnier, 1865; chez Gauthier frères.

De la part de M. G. Omboni, *Relazione fatta sulle condizioni geologiche delle ferrovie progettate per arrivare a Coira passando per lo Spluga, il Settimo e il Lucomagno*, in-8, 44 p.; Milan, 1864; chez Bernardoni.

De la part de M. L. Simonin, *Observations sur la pression et la température de l'air dans l'intérieur de quelques mines*, in-4, 4 p.; Paris, 1865; chez Gauthier-Villars.

De la part de M. Charles Grand, *Études sur les glaciers du Groënland*, in-8, 15 p.; Paris, 1865; chez Arthus Bertrand.

De la part de M. Busson, *Ancienneté de l'homme dans les environs de Toul*. — *Note complémentaire*, in-8, 8 p.; Toul, 1865; chez A. Bastien.

De la part de M. G. Belli, *Sulle maree delle rocce liquide sotto la crosta solida terrestre*, in-8, 6 p.; Milan, 1864; chez Bernardoni.

De la part de M. B. A. Gomes, *Vegetaes fosséis*; in-fol., 46 p.; 6 pl.; Lisbonne, 1865...

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 2^e sem., t. LXI, n^{os} 25 et 26. — Tables du 1^{er} semest., 1865, t. LX. — 1866, 1^{er} semest., t. XII n^o 1; in-4.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. X, 1862; *Tableaux métér.*, f., 44, 23; in-8.

Bulletin de la Société de géographie, novembre 1865; in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XII, 1865: *Comptes rendus des séances*, n^o 3; in-8.

L'Institut, n^{os} 1668 à 1670; 1865; in-8.

Réforme agricole, décembre 1865; in-4.

The Athenæum, n^{os} 1992 et 1993; 1865; in-4.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, octobre 1865; in-8.

M. Danglure, trésorier, présente l'état suivant de la caisse au 31 décembre 1865 :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1864.	895 fr. 90 c.
La recette, du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1865, a été de.	48,045 30
Total.	48,944 20
La dépense, du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1865, a été de.	48,004 50
Il reste en caisse au 31 décembre 1865.	906 fr. 70 c.

La Société adopte successivement les nominations que le Conseil a faites, dans sa dernière séance, pour l'année 1866, dans les diverses Commissions.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1^o *Commission de Comptabilité, chargée de vérifier la gestion du Trésorier* : MM. Ed. COLLOMB, P. MICHELOT, PARÈS.

2^o *Commission des Archives, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste* : MM. J. DESNOYERS, le marquis DE ROYS, VIQUESNEL.

3^o *Commission du Bulletin* : MM. Ed. HÉBERT, Ed. COLLOMB, DE VERNEUIL, GRUNER, Alph. MILNE EDWARDS.

4^o *Commission des Mémoires* : MM. D'ARCHIAC, DELESSE, DESHAYES.

Il est ensuite procédé à l'élection du Président pour l'année 1866.

M. Ed. LARTET, ayant obtenu 106 voix sur 129 votants, est élu Président pour l'année 1866.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. Ed. DE VERNEUIL, D'OMALIUS-D'HALLOY, E. BAYLE, Ed. COLLOMB.

Secrétaire : M. Alfred CAILLAUX.

Vice-Secrétaire : M. N. DE MERCEY.

Membres du Conseil : MM. DAMOUR, GRUNER, P. MICHELOT, J. DESNOYERS, Alph. MILNE EDWARDS.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1866, de la manière suivante :

Président.

M. Ed. LARTET.

Vice-Présidents.

M. DE VERNEUIL,

M. D'OMALIUS-D'HALLOY,

M. E. BAYLE,

M. Ed. COLLOMB.

Secrétaires.

M. Alfred CAILLAUX,

M. P. MARÈS.

Vice-Secrétaires.

M. L. VAILLANT,

M. N. DE MERCEY.

Trésorier.

M. DANGLURE.

Archiviste.

M. le marquis DE RAINCOURT.

Membres du Conseil.

M. Albert GAUDRY,	M. le marquis DE ROYS,
M. DESHAYES,	M. DAMOUR,
M. Ed. HÉBERT,	M. GRUNER,
M. DAUBRÉE,	M. Paul MICHELOT,
M. BELGRAND,	M. J. DESNOYERS,
M. JANNETAZ,	M. MILNE EDWARDS (Alphonse).

Commissions.

Comptabilité : MM. Ed. COLLOMB, P. MICHELOT, PARÈS.

Archives : MM. J. DESNOYERS, le marquis DE ROYS, VIQUESNEL.

Bulletin : MM. Ed. HÉBERT, Ed. COLLOMB, Ed. DE VERNEUIL, GRUNER, Alph. MILNE EDWARDS.

Mémoires : MM. D'ARCHIAC, DELESSE, DESHAYES.

Séance du 15 janvier 1866.

PRÉSIDENCE DE M. ED. LARTET.

M. Alfr. Caillaux, 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.

DEZAUTIÈRE, docteur en médecine et adjoint au maire de la ville, à Décize (Nièvre), présenté par MM. Th. Ébray et de Ferry;

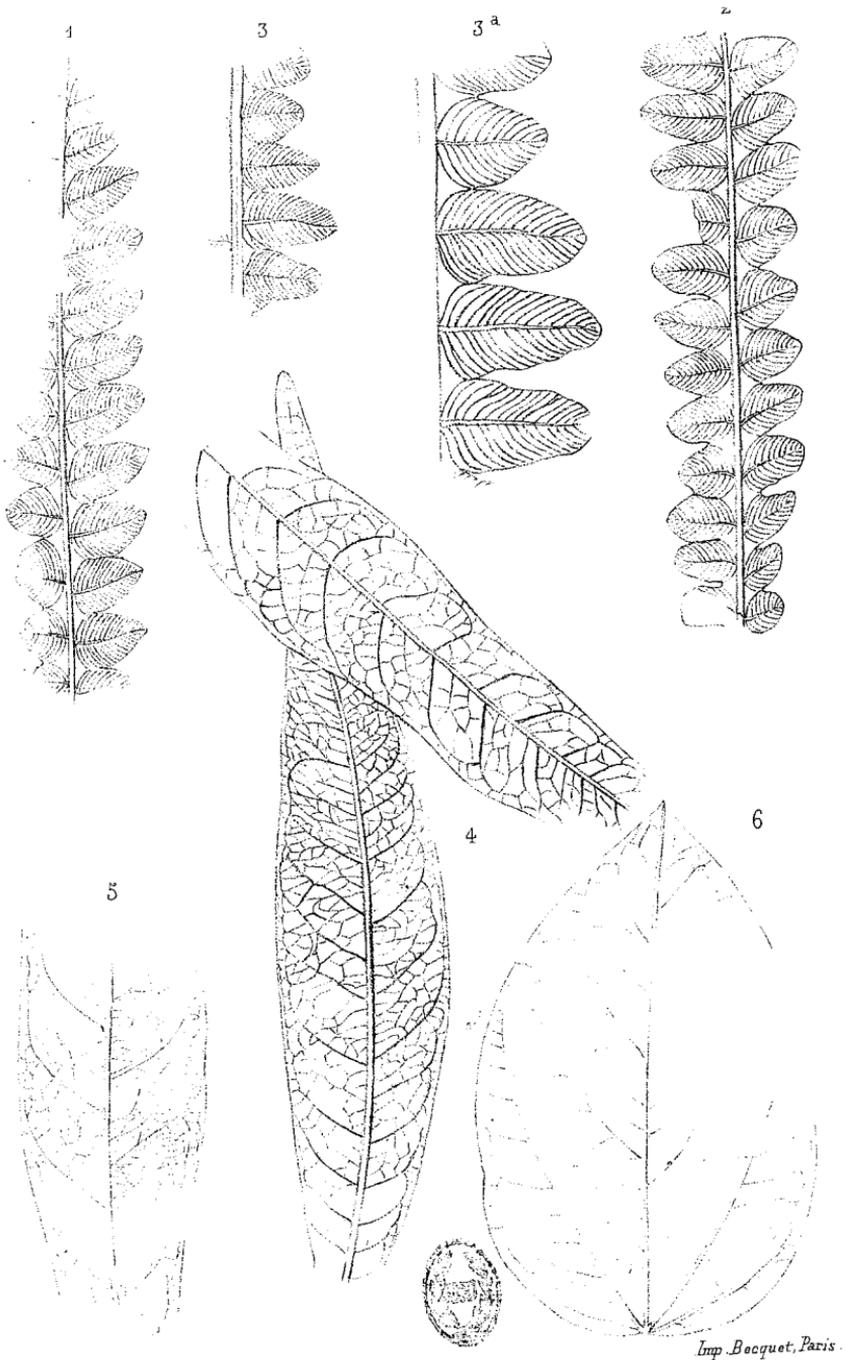
GOUVILLE (Gustave), propriétaire, à Carentan (Manche), présenté par MM. Bonissent et Hébert;

LEBLEU, ingénieur des mines, boulevard Magenta, 108, à Paris, présenté par MM. Gruner et Daubrée;

ZIMMERMANN (Bernard de), assesseur de collège; Vassili-Ostroff, 13^e ligne, n^o 47, quai de la Grande-Nèva, à Saint-Petersbourg, présenté par MM. Scarabelli et de Mortillet.

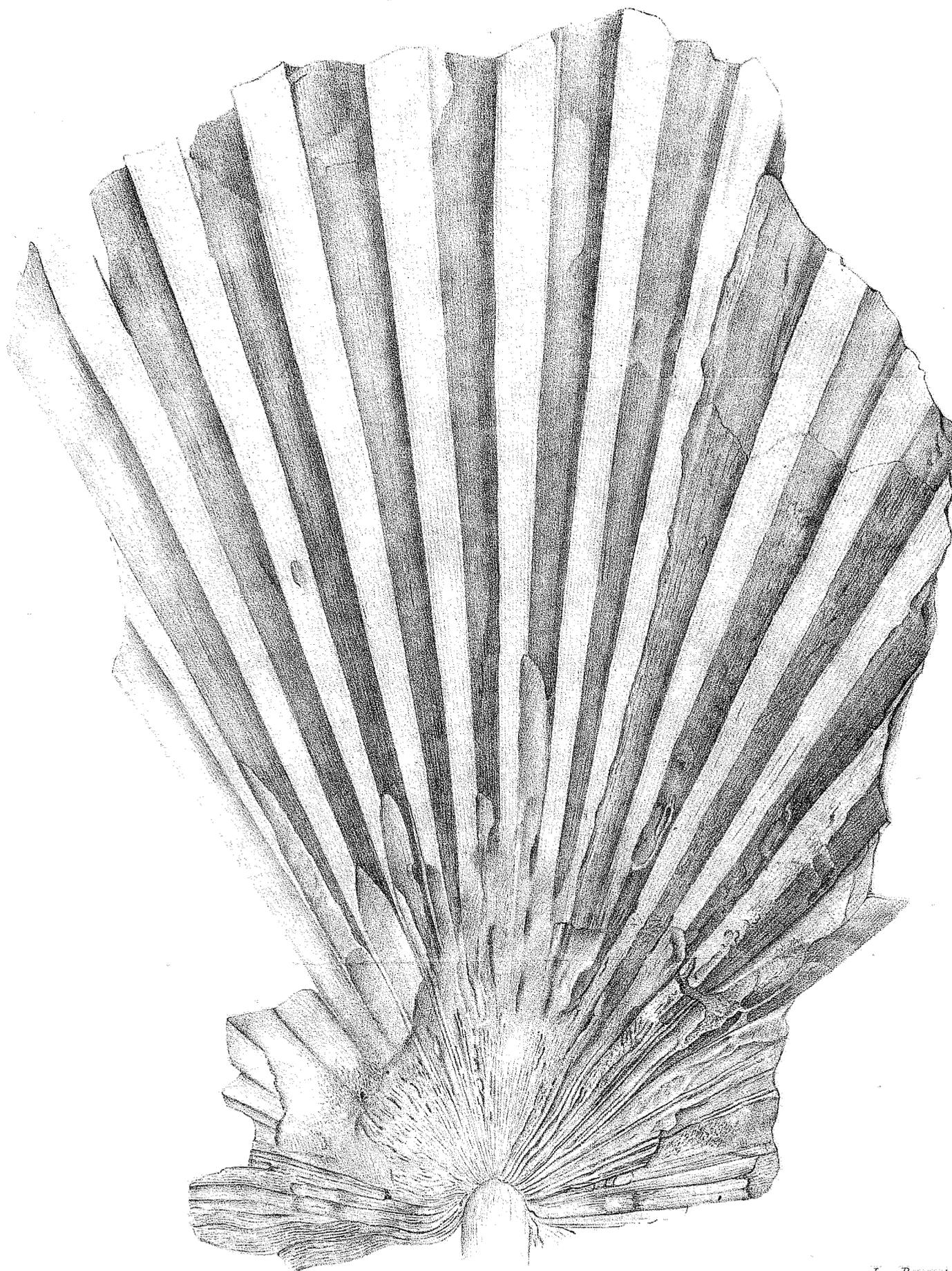
Le Président annonce ensuite une présentation.

Note de M. G. de Saporta : Plantes fossiles de Brognon (Côte-d'Or.)



1-3. Pecopteris (Aspidium) Lucani. 4, 5. Quercus provectifolia.
— 6. Cercis Tournouëri.

Note de M. G. de Saporta : Plantes fossiles de Brognon (Côte-d'Or.)



Formant lith.

Imp. Becquet, Paris.

Flabellaria latiloba, Heer. ($\frac{2}{3}$ gr. nat.)

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. M. Edmond Fuchs, *Mémoire sur le gisement salin de Stassfurt-Anhalt*, in-8, 113 p., 2 pl.; Paris, 1865; chez Dunod.

De la part de M. Albert Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, in-4, 13^e liv.; Paris, 1865; chez F. Savy.

De la part de M. Albert Schrauf, *Katalog der Bibliothek des K. K. Hofmineralien Kabinets in Wien*, in-8, 340 p.; Vienne, chez C. Gerold's Sohn.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{re} sem., t. LXII, n^o 2; in-4.

L'Institut, n^o 1671; 1866, in-4.

The Athenæum, n^o 1994; 1866; in-4.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc..., 1865, n^o 7; in-8.

Sitzungsberichte der K. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, juillet-décembre 1863.

Revista minera, 1^{er} janvier 1866.

M. d'Archiac communique le mémoire suivant de M. G. de Saporta :

Notice sur les plantes fossiles des calcaires concrétionnés de Brognon (Côte-d'Or); par M. Gaston de Saporta (Pl. V, VI).

Il existe sur le territoire de la commune de Brognon, près de Beire, à 12 ou 15 kilom. au nord-est de Dijon, un dépôt d'empreintes végétales, dont les échantillons se trouvent dispersés dans plusieurs collections de France. Le Muséum d'histoire naturelle en possède une suite assez importante. M. de Christol en a réuni de beaux spécimens au siège de la Faculté des sciences de Dijon; d'autres encore sont entre les mains de divers savants ou amateurs de Paris, de Bourgogne, de Lyon, et même de l'étranger. M. le docteur Lucan a signalé le premier cette curieuse localité; c'est lui qui la fit connaître à M. de Christol (1). Il y a

(1) Réunion extraordinaire à Dijon (*Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XIII, p. 636).

recueilli à plusieurs reprises un grand nombre d'empreintes qu'il a généreusement distribuées autour de lui. Partout ces empreintes ont attiré l'attention des géologues. Elles ont acquis en se répandant une assez grande célébrité ; mais personne jusqu'ici ne s'est encore avisé d'en examiner les espèces et d'arriver ainsi à la détermination de l'âge auquel on doit rapporter la couche qui les renferme.

Il y a peu de temps, ce dépôt ne m'était connu que par les exemplaires de la collection du Muséum ; j'ignorais même sa situation précise et le nom de la localité, lorsque, en octobre 1864, M. Tournouër, notre collègue, voulut bien m'adresser un envoi de ces blocs à empreintes, parmi lesquels je remarquai un très-beau *Flabellaria* susceptible d'être décrit avec certitude, à cause des caractères décisifs qu'il présentait. M. Tournouër, avec le zèle dont il a si souvent donné des preuves à la Société géologique, venait d'entreprendre l'exploration du système lacustre, dans lequel les couches à empreintes végétales se trouvent comprises, comme un accident peu étendu, à ce qu'il paraît. M. Tournouër espérait, à l'aide des plantes qu'il me communiquait, déterminer l'âge du terrain ou au moins l'âge particulier de l'assise où elles se montrent. Mais nous pûmes bientôt nous convaincre tous les deux qu'il ne fallait rien moins que l'appui réciproque des diverses branches de la science géologique pour aborder avec succès ce problème, rendu très-obscur par un concours particulier de circonstances. En effet, les calcaires de Brognon se rattachent probablement à d'autres massifs, lacustres et tertiaires comme eux, mais dont l'aspect est bien différent. Tant que la vraie nature de ces relations n'aura pas été fixée, tant que les membres détachés d'un terrain, plus étendu peut-être qu'on ne l'a cru d'abord, et susceptible, comme la plupart de ceux du midi de la France, de comprendre plusieurs étages successifs, n'auront pas été fixés dans leur ordonnance générale et la distribution de leurs éléments, il serait prématuré de se prononcer sur le terrain lui-même, et le travail que je présente aujourd'hui à la Société n'est qu'un des termes de la question à résoudre. Je me renfermerai donc exclusivement dans l'étude de la seule couche calcaire qui renferme les plantes, et je tâcherai de préciser les traits et le caractère de l'ancienne végétation de Brognon ; je rechercherai les circonstances qui ont présidé à la formation du dépôt et enfin l'âge auquel il est vraisemblable de le faire remonter.

D'après les renseignements que je tiens de l'obligeance de M. Tournouër (car je n'ai jamais eu l'occasion de visiter la loca-

lité), le massif de calcaires à empreintes végétales est circonscrit, dans le banc de Brognon, à un assez petit espace situé entre deux vallons, celui de la Norge et celui de la Tille, qu'il ne dépasse pas. Il est exploité à la partie supérieure pour l'empierrement des chemins vicinaux, au lieu dit le Bouloy, d'une manière irrégulière et sur une profondeur maximum de 6 à 7 mètres. Mais des affleurements qu'on rencontre plus bas, soit du côté de la Norge, soit du côté de la vallée de la Tille, font voir que son épaisseur est en réalité plus considérable. La roche, plus compacte vers sa partie inférieure, où les *Flabellaria* se rencontrent fréquemment, change un peu de caractère minéralogique vers le haut; elle devient plus rouge, plus tendre, et se délite même en fragments. Les traces de fougères et les feuilles de Chêne que je décrirai plus loin abondent dans cette partie des couches. Cependant l'assise entière conserve un grand caractère d'unité, et rien n'autorise, ni l'aspect ou la composition de la roche, ni la considération des espèces recueillies à diverses hauteurs, à y reconnaître une réunion de sous-étages déposés successivement dans un espace de temps assez prolongé pour que l'ensemble de la végétation ait pu changer d'une manière sensible.

Toutes les plantes recueillies à Brognon paraissent donc se rapporter à une même époque; elles ont fait partie d'une végétation, dont l'unité est aisée à saisir, puisque les mêmes formes se répètent souvent, et qu'un nombre fort restreint d'espèces semblables reparaissent dans la plupart des collections. Cette circonstance dénote, ou une pauvreté générale de végétation très-marquée, ou l'existence d'un mode de sédimentation peu favorable à la transmission d'une plus grande variété d'espèces, ou enfin le voisinage d'une association d'essences peu nombreuses, se répétant uniformément sur un assez grand espace.

Ces trois hypothèses ne paraissent pas également admissibles; l'influence des deux dernières a dû agir concurremment, et ce sont elles que l'on doit exclusivement invoquer ici. En effet, la végétation qui se trouvait à portée des eaux incrustantes de Brognon n'a rien de pauvre ni de rabougri. Elle étale des formes relativement larges et luxuriantes; les organes appendiculaires de la plupart des espèces ont des dimensions égales ou supérieures à celles des organes correspondants de leurs similaires actuels; c'est là une présomption que l'on doit accueillir, et qui dénote très-naturellement l'existence d'une contrée favorable au développement des végétaux, de même que les conditions opposées se trouvent marquées par des felles à limbe étroit, épineux et coriace.

La nature et le mode de sédimentation peuvent encore servir à éclairer cette partie de la question ; examinons pour cela la composition minéralogique de la roche. Les blocs de Brognon sont lourds, difficiles à manier, nullement fissiles, ne se débitant ni en plaquettes ni en tables, mais en fragments anguleux et irréguliers. Ils sont formés d'un calcaire blanc jaunâtre, quelquefois d'un blanc laiteux, à texture cristalline ou saccharoïde. La roche varie peu dans ses éléments constitutifs, mais beaucoup dans la manière dont ils sont combinés ; composée de calcaire souvent cristallin à peu près pur, mélangée dans des proportions très-diverses de particules marno-ferrugineuses intimement associées au calcaire et l'altérant plus ou moins, suivant les parties que l'on examine, elle présente des endroits très-compactes, tandis que sur d'autres points elle est souvent pénétrée de sinuosités cavernueuses, et affecte une texture concrétionnée qui dénote, à ne pouvoir s'y tromper, un dépôt chimique opéré à la façon des travertins. Sous ce rapport, ce dépôt présente des points de ressemblance purement accidentels avec celui de Sézanne, et paraît s'être opéré à peu près dans les mêmes conditions. Le peu d'étendue de l'assise et en même temps son épaisseur considérable semblent l'indice d'un phénomène local, comme serait le surgissement sur les bords d'un lac de puissantes sources fortement chargées d'éléments calcaires, et opérant avec abondance et rapidité le dépôt des substances tenues en dissolution. La position irrégulière des feuilles, souvent repliées sur elles-mêmes et disposées en tout sens, exclut le calme et la régularité des conditions de ce genre de dépôt. On ne saurait non plus y reconnaître l'action d'un courant régulier qui aurait eu nécessairement pour effet de produire une plus grande diversité de formes, et, en amenant des feuilles de loin, leur aurait permis de s'imbiber et d'aller s'étaler au fond de l'eau. Il est donc probable que les plantes recueillies à Brognon appartenaient à un petit nombre d'espèces, disposées en groupe social, et croissant sur les bords mêmes du lac où leur dépouille est venue s'ensevelir.

Il faut encore remarquer cette circonstance, que, soit à l'origine même de l'époque tertiaire, soit à sa terminaison, partout où se montrent des calcaires concrétionnés, travertineux ou tufacés, non disposés en lit, mais en masse, il s'en est suivi, malgré la différence des temps écoulés et des êtres renouvelés, des effets très-analogues, relativement à la nature des empreintes végétales qu'on observe dans ces sortes de dépôts. La présence répétée des essences forestières, amies des stations fraîches et accidentées, plutôt que des endroits bas et marécageux, l'absence à peu près

complète de fruits et de tout autre organe que des feuilles et des branches, la rareté des conifères et surtout des monocotylédones, particulièrement des herbacées, aquatiques et graminiformes, telles que les Graminées, Cypéracées, Typhacées, etc., tels sont les caractères que l'on remarque toujours dans les collections végétales provenant des travertins, et qui sont communs à ceux de Sézanne, dans l'étage de Rilly, aussi bien qu'aux travertins quaternaires de Provence. Ces mêmes particularités, comme on le verra bientôt, reparaissent également dans la florule des calcaires concrétionnés de Brognon. On peut conclure de ces observations, que c'est dans des conditions assez différentes de celles où se trouvaient la plupart des lacs de cette époque, au milieu de contrées plus agrestes et plus accidentées, que se sont opérés les phénomènes de dépôt chimique auxquels nous devons la conservation de ces diverses séries végétales.

Ce même mode de sédimentation par voie de précipitation chimique entraîne avec lui un autre résultat. Les végétaux ne sont pas ici des organes comprimés par le poids des couches, incorporés au feuillet marneux qui les recouvre et conservant une coloration distincte du reste de la roche, comme dans les gypses d'Aix et ailleurs. Ils n'ont pas laissé dans la pâte fine et encore molle du sédiment l'empreinte de leurs moindres linéaments, comme on l'observe souvent à Saint-Zacharie ; ils ont été simplement recouverts par la matière calcaire qui les a enveloppés sans apporter aucun changement à la situation qu'ils avaient au moment où s'opérait le phénomène. Toute trace de la substance organique a depuis disparu, en laissant un creux proportionné à son épaisseur primitive ; en sorte que les végétaux fossiles de Brognon ne sont que des empreintes, présentant en creux ce qui était en saillie dans l'ancien organe, c'est-à-dire offrant un simple moulage des aspérités superficielles de la feuille qu'on examine. Or, ce moulage ne rend que très-imparfaitement les détails de la nervation. Les feuilles lisses, vernissées ou veloutementieuses sur les deux faces ou sur l'une d'elles, celles chez qui les nervures étaient peu prononcées ou perdues dans l'épaisseur du parenchyme, ont laissé des empreintes où l'on ne saurait saisir même à la loupe, en fait de caractères, que ceux qui sont fournis par le contour extérieur et la direction des principales nervures. Quelquefois cependant, avec beaucoup d'attention et d'habitude, en s'aidant de la comparaison de plusieurs exemplaires, on retrouve les traces du réseau veineux quoique toujours faiblement marqué. Il résulte de ce genre d'empreintes par moulage une

très-grande incertitude relativement à la détermination des espèces, et surtout relativement à leur réunion à des espèces déjà décrites. Celles-ci l'ont été le plus souvent d'après des modèles bien différents, dans lesquels les seuls caractères qui nous frappent dans les végétaux de Brognon, c'est-à-dire l'aspect extérieur, la consistance et la structure superficielle des tissus, étaient pour ainsi dire effacés, tandis que les petits détails du réseau veineux se trouvaient nettement perceptibles, au moins sur quelques points.

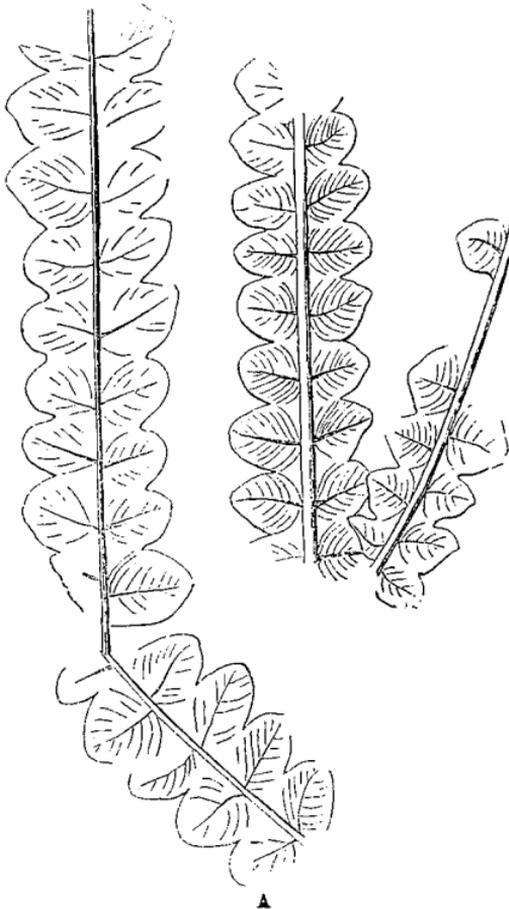
Telles sont les difficultés qui sont inhérentes à la détermination des plantes de Brognon. Ces difficultés ne sont pas pourtant insurmontables. A l'aide d'un grand nombre d'échantillons, par le choix des empreintes les mieux conservées, on peut parvenir à saisir le vrai caractère de certaines espèces ; d'autres sont reconnaissables à la seule forme de leur contour extérieur. C'est ce que j'ai tenté de faire, négligeant forcément plusieurs espèces dont les caractères différentiels n'offrent rien de précis. Plus tard, de nouvelles recherches, en augmentant le nombre des échantillons, permettront sans doute d'entreprendre pour ces dernières le même travail que pour celles dont je vais donner la liste. Cette liste est donc forcément incomplète ; elle comprend cependant les formes les plus répandues, celles qui ont visiblement joué le principal rôle dans la flore locale de Brognon.

ESPÈCES DE BROGNON.	ESPÈCES TERTIAIRES analogues à celles de Brognon.	LOCALITÉS TERTIAIRES où les espèces de Brognon ou leurs analogues ont été signalées.	AGE de ces localités.	ESPÈCES VIVANTES analogues à celles de Brognon.
FOUGÈRES. <i>Pecopteris (Aspidium?) Lucani.</i>	<i>Lastrea pulchella</i> , Heer.	Eriz, tunnel de Lausanne.	Miocène inférieur. .	<i>Aspidium gonyloides</i> , Schkuhr. Brésil.
PALMIERS. <i>Flabellaria latiloba</i> , Heer.	<i>Lastrea dalmatica</i> , Al. Br.	Mont Promina. — Marne de Rochette. Monod.	Miocène inférieur. .	<i>A. Eckloni</i> , Kunze, Cap.
CÛPULIFÈRES. <i>Quercus proectifolia</i>. . . . .	. . . . .	Mollasse rouge de Vevey.	Miocène inférieur.	
<i>Quercus divionensis</i>	<i>Quercus nereifolia</i> , Al. Br.	Oeningen.	Miocène supérieur. .	<i>Quercus longifolia</i> , Liebm. Guatemala.
MYRICÉES. <i>Myrica (Dryandroides) lavigata</i> , Heer.	<i>Quercus Lyelli</i> , Heer.	Lignites de Bovey-Tracey, Devonshire.	Miocène inférieur. .	<i>Quercus cinerea</i> , Michx. Louisiane.
MORÉES. <i>Ficus recondita</i>. . . . .	. . . . .	Armissan, Manosque, Monod (Suisse).	Miocène inférieur.	
LAURINÉES. <i>Cinnamomum polymorphum</i> , Heer.	<i>Ficus dalmatica</i> , Ett.	Mont Promina.	Miocène inférieur. .	<i>Ficus foveolata</i> , Wall. Indes-Or. <i>Ficus furfuracea</i> , Bl. Java.
ÉRIGACÉES. <i>Andromeda secernenda</i>. . . . .	. . . . .	Armissan, Manosque, mollasse suisse.	Miocène inférieur, moyen et supér.	<i>Camphora officinarum</i> , Bauh. Japon.
ACÉRINÉES. <i>Acer inaequilaterale</i>	<i>Andromeda reticulata</i> , Ett.	Hæring en Tyrol, Bovey-Tracey en Devonshire.	Miocène inférieur. .	<i>Leucothoe salicifolia</i> , Benth. Ile Maurice.
ILIGINÉES. <i>Ilex spinescens</i>	<i>Acer trilobatum</i> , var. <i>productum</i>	Toute la mollasse suisse.	Miocène.	<i>Acer creticum</i> , L. Crète.
RHAMNÉES. <i>Zizyphus paradisiaca</i> , Heer.	<i>Acer indivisum</i> , Web.	Manosque en Provence.	Miocène inférieur. .	
<i>Zanthoxylon? falcatum</i>. . . . .	. . . . .	Oeningen.	Miocène supérieur. .	
LÉGUMINEUSES. <i>Cercis Tournouëri</i>. . . . .	. . . . .	Lignites du Bas-Rhin.	Miocène.	
	<i>Cercis antiqua</i> , Sap.	Armissan.	Miocène inférieur. .	<i>Ilex balearica</i> , Desf. Rég. médit. <i>Ilex cassine</i> , Ait. Caroline.
		Gypses d'Aix.	Base du Tongrien. .	<i>Zizyphus timoriensis</i> , Decaisne. Timor.
		Sotzka et Styrie.	Tongriens	
		Armissan.	Miocène inférieur.	
		Gypses d'Aix.	Base du Tongrien. .	<i>Cercis japonica</i> , Sieh. Japon.

Je reprendrai maintenant une à une les espèces qui figurent sur ce tableau, pour décrire celles qui me paraissent nouvelles et mentionner toutes les particularités qui concernent chacune d'elles.

Pecopteris (Aspidium?) Lucani (fig. A et pl. V, fig. 1-3).

« *P.* frondibus pinnatis, coriaceis; pinnis elongato-linearibus,
 » inciso-lobatis; laciniis pinnarum vel pinnulis plerumque
 » oppositis, usque ad medium coalitis, apice obtusatis vel fere
 » rotundatis; nervo medio in qualibet pinnula apicem versus
 » attenuato; venulis e nervo medio ortis simplicibus, plurimis,
 » curvatis, inferioribus obtusissime emissis, superioribus gra-



» datim obliquioribus, supremis tandem ascendentibus; ner-
 » vulo infimo cujuslibet pinnulæ utrinque ad sinum lacinia-
 » rum excurrente et hic cum nervulo pinnulæ vicinæ ud vide-
 » tur anastomosato. Fructificatio ignota, — habitus Aspidiorum
 » subgeneris *Lastreæ* Bory (*Nephrodium* Pressl.). »

Les divisions éparses et peut-être naturellement détachées des frondes de cette fougère se montrent sur un assez grand nombre d'échantillons; mais, comme elles se rapportent à une espèce de forte taille, aucun segment, à ma connaissance, ne se laisse voir dans son intégrité. Quelques-uns de ceux que je figure semblent se rapporter à la base des pennes, et leur étendue est assez considérable pour donner une juste idée de l'espèce, de son aspect, et même de son affinité générique, quoique à ce dernier égard l'absence des sores ne permette pas une détermination rigoureuse.

Au premier coup d'œil, on serait tenté de reconnaître dans cette Fougère le *Pecopteris* (*Aspidium*) *lignitum* décrit par Giebel, Heer, et dernièrement par Unger, et si répandu dans le miocène inférieur d'une grande partie de l'Europe; mais les veines constamment bifurquées de cette espèce diffèrent de celles des empreintes de Brognon, qui sont presque toujours simples et autrement disposées. Il serait donc inutile d'insister sur ce rapprochement, s'il n'existait une autre analogie entre ces deux fougères; je veux parler de la consistance évidemment très-ferme, sinon coriace, des frondes. Ce caractère, aisé à saisir sur les empreintes originales, est plus difficile à reproduire par le dessin des figures, qui donnent seulement le contour et les linéaments de chaque exemplaire.

Par la forme et la disposition de ses pinnules soudées dans leur moitié inférieure, libres vers le haut, parcourues par des veines simples, dont les inférieures vont se réunir à l'angle interne du sinus des incisures, cette fougère rentre naturellement dans un groupe d'espèces fossiles tertiaires que l'on a pu assimiler sans invraisemblance aux fougères vivantes du sous-genre *Lastrea*, Bory, *Nephrodium*, Pressl, section démembrée du grand genre *Aspidium*, à cause des sores demeurées visibles dans quelques-unes. Il est facile de s'assurer de la légitimité de l'assimilation que je propose, en comparant l'espèce de Brognon à celles que M. Heer a décrites et figurées dans sa Flore fossile de Suisse (1), et particulièrement aux *Lastrea dalmatica*, Al. Br., *pulchella*, Heer, et *Fischeri*, Heer, qui sont les plus voisines de celles que je décris maintenant. Le *Pecopteris Lucani* présente même une affinité de caractères assez étroite avec le *Lastrea pulchella*, pour qu'on soit tenté de le réunir à lui, si la forme plus obtuse de ses pinnules, leur opposition presque constante, et surtout le nombre

(1) Heer, *Fl. tert. Helv.*, I, p. 34 à 35.

plus considérable des nervures de dernier ordre ne s'opposaient à cette assimilation, en motivant une distinction spécifique difficile à révoquer en doute.

Le *Pecopteris Lucani* présente surtout deux caractères très-saillants : les veinules de chaque pinnule sont à la fois nombreuses, rapprochées, très-obtusément émises dans le bas, et les deux inférieures seulement aboutissent à l'angle interne des sinus (voy. pl. V, fig. 3 a, les détails de la nervation, grossis). Or, dans le groupe immense des *Aspidium*, en choisissant les sections les plus voisines, spécialement les sous-genres *Lastrea*, Bory-Pressl, et *Nephrodium*, Pressl, je n'ai rencontré que très-peu d'espèces assimilables au *Pecopteris* de la Côte-d'Or. En effet, lorsque les veinules sont nombreuses, les inférieures s'anastomosent plusieurs ensemble, et plus de deux, par conséquent, se réunissent vers l'angle des sinus; ou bien, dans le cas contraire, lorsque deux veines seulement prennent cette direction, comme dans l'espèce fossile, il existe un nombre bien plus faible de veinules de dernier ordre. Deux espèces seulement, à ma connaissance, m'ont paru reproduire les caractères de la plante fossile : ce sont les *Aspidium gonyoides*, Schkuhr. (*Nephrodium Pohliannum*, Pressl), et *Eckloni*, Kunze (*Neph. Eckloni*, Pressl).

M. d'Ettinghausen remarque l'analogie de ces deux espèces, la première originaire du Brésil, la seconde du Cap, avec le *Lastrea dalmatica*, Heer (*Goniopteris dalmatica*, Al. Br.), mais cette analogie est encore plus évidente avec le *Pecopteris* de Brognon, quoique les pinnules soient plus acuminées dans l'une (*A. gonyoides*), et que dans tous les deux l'anastomose des veines inférieures de chaque pinnule soit plus complète et plus prononcée que dans la fougère fossile; mais les proportions générales et la disposition des veines présentent une affinité véritable, que nous sommes ainsi forcés d'aller chercher dans des régions bien éloignées par le climat et la latitude de notre Europe moderne.

L'absence de fructifications m'oblige de ne proposer qu'avec doute une assimilation générique, toujours plus ou moins incertaine sans ce caractère essentiel; il est cependant très-probable que le *Pecopteris Lucani* était un véritable *Aspidium* appartenant à la même section que les espèces que je viens de citer. L'aspect de ses pinnules, leur consistance coriace, leur dimension relativement considérable, dénotent une espèce de grande taille, portant des frondes ailées, aux longues penes glabres, unies à la surface, aux veines peu saillantes; ces penes étaient probablement articulées sur le rachis principal et par conséquent caduques. Tous

ces caractères dénotent une fougère très-analogue à celles des régions chaudes du monde actuel.

Flabellaria latiloba, Heer, *Fl. tert. Helv.*, I, pag. 90, tab. 36, fig. 3 (pl. VI).

« F. frondibus magnis, flabellatis, plicato-carinatis; radiis circiter 30-36, mediis (12-16) antice longius proVectis, mox valde dilatatis, valide plicatis, alte coalitis; radiis lateralibus hinc et hinc gradatim abbreviatis; omnibus simul in rachidis inermis apice rotundato insidentibus. »

La planche VI représente un très-bel exemplaire d'une fronde de ce palmier, réduite seulement d'un tiers. C'est une portion considérable de cet organe comprenant le sommet du pétiole, l'origine de tous les segments, et les médians sur une étendue de 30 centimètres, c'est-à-dire jusque vers l'endroit où ils commençaient à devenir libres les uns des autres; du moins il semble que pour quelques-uns d'entre eux on distingue les traces de cette séparation; mais il est certain, en tout cas, que ces rayons étaient adhérents sur une étendue de plus de 30 centimètres. On remarque en même temps le rapide élargissement de ces mêmes rayons, qui ne mesurent pas une largeur moindre de 3 1/2 à 4 centimètres au point où l'on cesse de pouvoir les suivre, tandis que les segments latéraux et inférieurs n'offrent qu'une faible étendue, rapidement décroissante, et réduite dans les plus inférieures à des dimensions tout à fait insignifiantes.

Le pétiole dont on aperçoit la terminaison supérieure est mince relativement à l'étendue de la fronde, légèrement convexe et limité par une ligne arrondie sur laquelle tous les rayons viennent uniformément s'insérer.

Les principaux caractères que je viens d'énumérer se retrouvent dans les empreintes que M. Heer a décrites sous le nom de *Flabellaria latiloba* (1), et qui proviennent de la mollasse rouge des environs de Vevey. Ces empreintes ne sont d'ailleurs que des fragments bien plus incomplets que l'exemplaire de Brognon; on distingue seulement sur le plus considérable des deux les lambeaux de cinq à six segments médians dont la terminaison manque, mais qui présentent bien nettement le point où ils se séparent l'un de l'autre. A cette hauteur, ces segments mesurent à peu

(1) Heer, *Fl. tert. Helv.*, I, p. 90, tab. 36.

près la même largeur que ceux de la fronde des environs de Dijon. Ils sont fortement repliés comme ceux-ci. Sur le second fragment, on remarque encore cinq rayons vus sur un point beaucoup plus voisin de leur insertion sur le pétiole, dont il existe même une trace confuse vers le bas. M. Heer fait observer que la terminaison de ce pétiole est obtuse et arrondie, et ne se prolonge pas en pointe comme dans les espèces qu'il a assimilées aux *Sabal* actuels (*Sabal major*, *Sabal Hæringiana*). Enfin, selon le même auteur, ce Palmier ne saurait être confondu avec son *Chamærops helvetica*, dont les segments sont plus nombreux et plus également distribués.

Ainsi, dans l'espèce suisse comme dans celle de Brognon, les caractères distinctifs sont un développement rapide en largeur des rayons médians, leur réunion sur une étendue considérable, le peu d'étendue relative des segments latéraux peu nombreux et peu distincts, enfin la terminaison arrondie du pétiole à son extrémité. L'identité de ces caractères m'engage à réunir l'espèce de Brognon à celle de Vevey ; mais l'exemplaire que je figure étant beaucoup plus complet, je puis préciser des détails qui n'avaient pas été observés jusqu'ici. Il est donc certain que les rayons latéraux, quoique très-faiblement développés, existent sur les côtés de la fronde, que les médians eux-mêmes sont plus nombreux que ne le pensait M. Heer, enfin que tous ces rayons viennent en diminuant de largeur s'insérer à la fois sur la terminaison arrondie du pétiole. La forte saillie des plicatures indique une consistance ferme et roide. On distingue sur l'arête anguleuse de chaque plicature une côte ou carène marquant l'existence d'une nervure médiane, dont la saillie n'a cependant rien de net. Les nervures qui sont disposées de chaque côté ne sont pas très-distinctes ; elles devaient offrir peu de saillie et disparaître dans l'épaisseur du parenchyme ; on en compte vaguement 6 à 8 ; l'intervalle qui s'étend de l'une à l'autre était sans doute occupé par des nervures plus faibles devenues invisibles. La fronde était lisse et glabre à la surface ; le pétiole était mince, large de 1 centimètre $\frac{1}{2}$, faiblement convexe ; il ne porte aucune trace de dents épineuses sur les côtés.

Telle est cette remarquable espèce, à laquelle il est difficile de trouver des points de comparaison parmi les Palmiers actuels. M. Heer, après avoir exprimé la même incertitude, cite le *Chamærops excelsa*, Thunb., vulgairement *Palmier de Chusan*, maintenant introduit et cultivé avec succès en Europe, comme celui dont les frondes ressembleraient le plus à celles du *F. latiloba*. Cette

comparaison demeure encore la plus naturelle, après la description plus complète que l'exemplaire de Brognon m'a permis de faire. Pourtant ce rapprochement ne saurait se donner que comme une assimilation superficielle, et rien n'autorise à penser que le *F. latiloba* ait été congénère du *C. excelsa*, qu'on a séparé dernièrement des *Chamærops* proprement dits pour en constituer un nouveau genre sous le nom de *Trachycarpus*.

Myrica (Dryandroides) lævigata, Heer, *Fl. tert. Helv.*, II, p. 101, tab. 99, fig. 5-8.

Cette espèce a été signalée et décrite en premier lieu par M. Heer ; elle a été découverte au Monod et dans les marnes de Rochette par M. Gaudin. Je l'ai depuis observée à Armissan, près de Narbonne, et à Manosque (Basses-Alpes). Toutes ces localités appartiennent au miocène inférieur, soit à l'étage de l'*Anthracotherium magnum*. Les fragments de Brognon que j'ai sous les yeux sont assez nombreux et assez nettement caractérisés pour ne laisser planer aucun doute sur la présence de l'espèce dans cette localité.

Le genre *Dryandroides*, rangé jusqu'ici parmi les Protéacées, d'après des indices recueillis à Armissan, me paraît devoir être reporté parmi les Myricées. Cette opinion a été au reste déjà formulée, il y a quelques années, par M. Ad. Brongniart, dans la notice qu'il a publiée sur les végétaux recueillis en Grèce par M. Albert Gaudry (1).

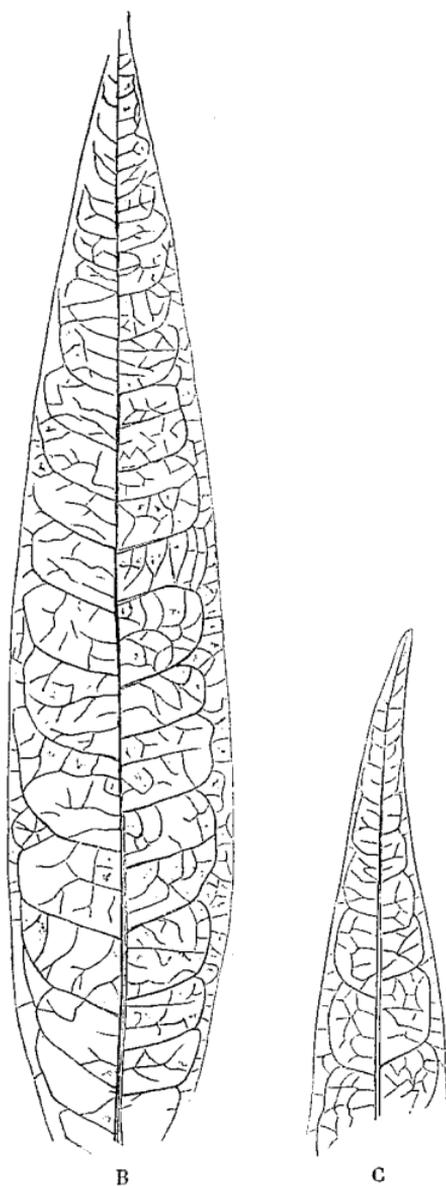
Quercus proectifolia (fig. B et C, et pl. V, fig. 4 et 5).

« *Q. foliis subcoriaceis, lanceolatis vel sæpius lanceolato-linearibus, margine quandoque undulatis, cæterum integerrimis, basin versus in petiolum breviter attenuatis, sursum longe sensim acuminatis ; nervis secundariis curvato-ascendentibus, plerumque areolatis ; tertiariis flexuose reticulatis, immersis parum conspicuis. »*

Ce chêne se rapporte au même groupe que les *Quercus elæna*, Ung., *Lyelli*, Heer, *nerifolia*, Al. Br. Il se rapproche particulièrement du dernier, dont il reproduit les principaux traits ; il serait même difficile de l'en distinguer spécifiquement, si le prolongement insensiblement acuminé du sommet des feuilles ne fournis-

(1) *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sc.*, t. LII, séance du 17 juin 1861.

sait un caractère différentiel assez saillant pour motiver une séparation.

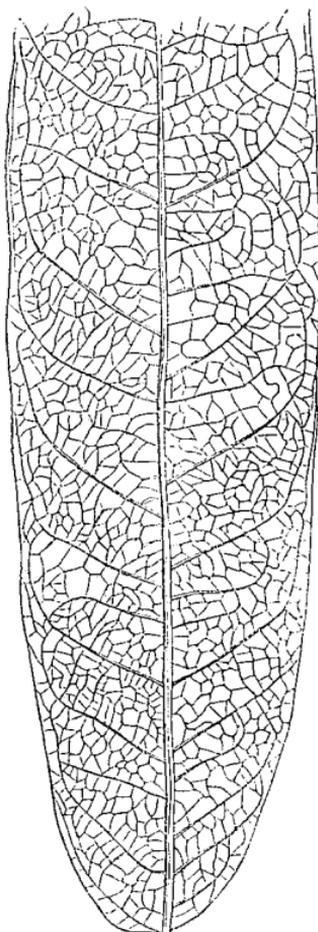


L'attribution au genre *Quercus* ne me paraît pas douteuse, tellement elle ressort de l'étude de tous les détails de forme, de contour et de nervation. Les espèces actuelles les plus voisines seraient les *Quercus confertifolia*, H. et B. (Mexique), *crassipes*, H. et B. (Mexique), *Skinneri*, Benth. (Mexique), *longifolia*, Liebm (Guatémala). Mais de toutes ces espèces, la dernière est

celle qui retrace avec le plus de fidélité les caractères distinctifs de l'espèce tertiaire. La disposition des nervures de divers ordres et la terminaison du sommet présentent surtout une remarquable analogie ; elle doit être signalée, d'autant plus qu'il s'agit d'une des formes les plus reculées vers le sud, non loin des limites extrêmes du genre.

Quercus divionensis (fig. D).

« *Q. foliis coriaceis, glabris, integerrimis, lato-linearibus, infra*
 » *obtusè attenuatis, subcordatis; nervis secundariis obtusè emis-*
 » *sis, marginem secus armatis, areolatis; tertiariis angulo recto*



D

» *decurrentibus, angulatim reticulatis; nervis secundariis ab-*
 » *breviatis, e costa media ortis, in areas emissis cum tertiariis*
 » *anastomosantibus (coll. du Muséum). »*

Je n'ai encore observé qu'un seul exemplaire de ce beau chêne; il diffère à plusieurs égards du précédent : la consistance est plus ferme, les bords n'ont rien d'ondulé, la surface était lisse, et les nervures plus saillantes inférieurement, circonstance qui permet de mieux en saisir les détails. La disposition des principales nervures et tous les linéaments du réseau veineux sont tellement conformes à ce qu'on voit dans les chênes à feuilles entières coriaces et persistantes, que je n'hésite point à rattacher cette empreinte à ce groupe et à regarder cette attribution comme très-probable, ainsi qu'on peut s'en convaincre par une comparaison attentive avec les formes correspondantes de la nature actuelle.

Aucune espèce fossile à moi connue ne peut lui être assimilée, excepté le *Quercus Lyelli*, Heer (1), dont la nervation est très-analogue, mais dont les feuilles sont généralement plus larges et surtout longuement atténuées sur le pétiole, caractère qui s'oppose à ce qu'on puisse les confondre avec le *Quercus divionensis* dont la base est obtuse et même légèrement cordiforme.

Les points de rapprochements ne manquent pas parmi les chênes du monde actuel, surtout si l'on s'attache à ceux de la Louisiane, du Texas et du Mexique. Je pourrais en citer un grand nombre comme plus ou moins analogues; je me contenterai de signaler ceux qui m'ont paru retracer le plus fidèlement le type de l'ancienne espèce; ce sont les *Quercus laurifolia*, Tratt, de l'Amérique du Nord, *mexicana*, H. et B., *Ghiesbreghtii*, Mart. et Galeot., *lanccolata*, H. et B. du Mexique.

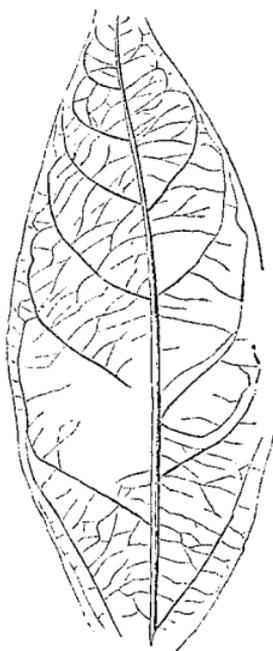
Mais si l'on veut retrouver plus particulièrement le contour extérieur et les linéaments essentiels de l'empreinte fossile, on n'a qu'à agrandir un peu les proportions du *Q. cinerea*, Mich. Des échantillons de feuilles de ce chêne que nous avons sous les yeux laissent voir une remarquable conformité de tous les caractères; cependant, les feuilles du *Q. divionensis* étaient d'une dimension bien supérieure, et sans doute aussi d'un tissu plus ferme et plus lisse à la surface.

Ficus recondita (fig. E).

« F. foliis glabris, coriaceis, integerrimis vel parce sinuato-subdenticulatis, ovato-lanceolatis, breviter acuminatis, penni-

(1) *Lignite of Bovey-Tracey*, p. 40, pl. XII, fig. 2-9; pl. XIII, fig. 14-15; pl. XV, fig. 1 et 2; pl. XVII, fig. 4-5.

» nerviis; nervis lateralibus basilaribus cæteris obliquioribus,
 » margini approximatis; secundariis aliis curvatis, areolatis;
 » tertiariis transversim reticulato-ramosis. »



E

Je crois reconnaître dans quelques empreintes assez rares de Brognon les feuilles d'un *Ficus* analogue au *F. ulmifolia*, Lam., mais qui en diffère par le bord entier ou si faiblement denticulé, qu'on distingue à peine la saillie des dents, plutôt semblables à de simples sinuosités. Sous ce rapport, comme sous celui de la nervation, on pourrait comparer ce *Ficus* au *Ficus oppositifolia*, Roxb., dont les feuilles n'ont que des dentelures très-peu prononcées, et mieux encore aux *Ficus foveolata*, Wall., et *furfuracea*, Bl., où la marge des feuilles est quelquefois sinuée, mais toujours entière.

L'obliquité bien prononcée des nervures secondaires les plus voisines du pétiole est ici un caractère précieux que l'on observe dans la plupart des *Ficus*, et surtout dans ceux que je viens de comparer au *Ficus* de Brognon. Les détails de la nervation, assez difficilement observables à la surface des empreintes fossiles, concordent cependant très-bien avec les parties correspondantes des *Ficus* actuels. Il semble donc que l'attribution que je propose n'a rien que de très-naturel.

Cette espèce paraît très-voisine du *Ficus dalmatica*, Ett. (1), décrit par M. d'Ettingshausen dans sa flore fossile du mont Promina, et qui présente à peu près les mêmes caractères; mais la figure donnée par l'auteur allemand est trop vague et trop incomplète pour permettre une assimilation véritable.

Andromeda secernenda.

« A. foliis coriaceis, ovato-oblongis, integerrimis, margine subtus
 » leviter revolutis, basi parum inæqualiter attenuatis, apice
 » acuminatis; nervis secundariis sub angulo fere recto emissis,
 » vix perspicuis, in rete venosum subtiliter areolatum mox
 » solutis. »

On reconnaît dans cet *Andromeda* le type de l'*A. reticulata*, Ett. (2), et de plusieurs autres *Andromeda* très-répandus dans les flores du Tongrien, déjà plus rares dans le miocène inférieur, qui se rangent naturellement auprès des espèces actuelles de la section *Leucothoë*, indigènes surtout à Maurice et au Brésil. L'*A. secernenda* se distingue aisément de l'*A. reticulata*, Ett., par la dimension plus grande de ses feuilles et la forme ovale ou largement oblongue de leur contour, tandis que celles de l'*A. reticulata* sont petites, lancéolées-linéaires, et plus finement acuminées au sommet. L'espèce de Brognon offre aussi cette particularité, qu'elle est souvent légèrement inégale à la base, caractère que l'on retrouve dans plusieurs *Leucothoë* actuels, particulièrement dans le *L. salicifolia*, Benth., celle des espèces vivantes qui paraît la plus voisine de l'*A. secernenda*. On ne saurait confondre non plus cette forme avec celles du midi de la France que j'ai signalées dans la plupart des flores tertiaires à partir de celle des gypses d'Aix.

Les fruits que j'ai découverts, à Armissan, sur des rameaux encore garnis de feuilles, attestent la légitimité de l'attribution qu'on a faite de toutes ces plantes au groupe de ces *Andromeda*.

Acer inæquilaterale (fig. F).

« A. foliis palmato-trinerviis, trilobatis, sursum productis, obtuse
 » sinuato-lobulatis; lobis lateralibus vix a medio distinctis,

(1) *Die eocene Fl. des Monte-Promina*, p. 13, tab. 7, fig. 11.

(2) *Tert. Fl. von Hæring*, p. 65, tab. 22, fig. 9 et 10.

» abbreviatis, inæqualiter productis, alio minore sub-integro,
 » altero latiore, lobulato, foliis quibusdam fere indivisis. »



F

Cette forme d'*Acer* se distingue assez bien des diverses espèces fossiles déjà décrites. Le contour obtus des lobes et lobules l'éloigne de l'*Acer trilobatum*, Al. Br. Les lobes latéraux sont très-peu prononcés, quelquefois à peine distincts du médian qui se prolonge en pointe et se partage en plusieurs lobules. Cependant, il faudrait la connaissance d'un plus grand nombre d'exemplaires pour pouvoir préciser les caractères différentiels d'une espèce qui, visiblement, varie beaucoup. Un exemplaire appartenant à la collection du Muséum s'écarte de celui que représente la figure F, par les lobes latéraux plus obliquement dirigés et à peine distincts. Le développement inégal des lobes latéraux, si caractéristique de l'empreinte (fig. F), s'observe chez plusieurs *Acer* de l'époque actuelle; celui de Brognon semble affecter une forme intermédiaire entre les *A. opalus* et *campestre*; mais il se rapproche surtout de l'*A. creticum*, L., dont les feuilles présentent les mêmes irrégularités dans le contour extérieur, quoique sous des dimensions beaucoup plus restreintes. L'affinité des deux espèces me paraît évidente.

Ilex spinescens.

« I. foliis coriaceis, ovato-oblongis, lanceolatis, dentato-sinuatis,
 » parce spinoso-dentatis; nervis secundariis obtuse emissis,
 » areolatis; tertiariis oblique reticulatis. »

La seule feuille de ce genre que j'aie observée paraît identique avec une espèce d'Armissan que je décris sous ce nom; c'est une

forme analogue aux *Ilex balcanica*, Desf., et *Cassine*, Ait., de la nature actuelle. La mutilation de cette feuille à sa partie supérieure est une circonstance qui jette de l'incertitude sur l'attribution que je propose, comme la plus naturelle.

Zizyphus paradisiaca, Heer, *Fl. tert. helv.* III, p. 74. *Daphnogene melastomacea* et *D. paradisiaca*, Ung., *Fl. foss. von. Stozka*, tab. 17 et 18, fig. 2-5.

Le seul exemplaire recueilli se rapproche encore plus des figures (1) données par Unger que des empreintes provenant des gypses d'Aix, dont le contour est plus elliptique et le sommet plus acuminé. L'exemplaire de Brognon est obovale, élargi et corragé vers le sommet. M. Unger a représenté plusieurs exemplaires de Stozka, qui offrent le même caractère. Du reste, le *Zizyphus paradisiaca* est une espèce très-polymorphe, et les détails de la dentelure comme ceux de la nervation concordent trop bien ici pour qu'on puisse hésiter au sujet de l'attribution que je propose. Il est ainsi prouvé que ce type remarquable s'était répandu sur une grande partie de l'Europe, du midi au centre de la France actuelle, et, de cette contrée, jusqu'en Styrie. C'est une forme de physionomie toute tropicale, très-voisine du *Z. timoriensis*, Decaisne.

Zanthoxylon? falcatum.

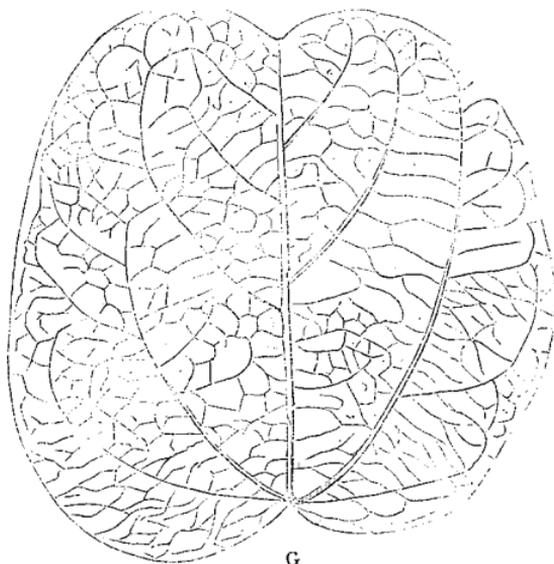
« *Z. foliis pinnatim compositis? foliis coriaceis, petiolatis, basi*
 » *valde inæqualibus, lanceolatis, sursum acuminatis, subfal-*
 » *catis, parce dentatis; nervis secundariis sub angulo recto*
 » *emissis, numerosis, secus marginem arcuatis, rete vena-*
 » *rum tertiariarum cunctis.* »

On rencontre assez fréquemment à Brognon les folioles éparses de cette espèce. Il serait aisé de la confondre, au premier abord, avec le *Myrica lævigata*, d'autant plus que la nervation en est difficile à observer; mais l'inégalité très-prononcée de la base et les variations de forme et de dimension dénotent les parties disjointes d'une feuille composée. Il m'a paru naturel de rapporter cette espèce au genre *Zanthoxylon*; cependant cette attribution demeure bien douteuse, des formes très-analogues existant dans d'autres groupes, spécialement dans les Araliacées et les Sapin-

(1) Voy. *Études sur la végétation tertiaire* (*Ann. Sc. nat.*, 4^e sér., bot., t. XVII, p. 276, pl. XII, fig. 6).

dacées. Ces exemplaires de Brognon concordent avec ceux d'Armissan, et constituent un lien de plus entre ces deux dépôts.

Cercis Tournouëri (fig. G et H, et pl. I, fig. 6).



G

« *C.* foliis sub-coriaceis vel saltem firmis, late ovatis vel sub-orbi-
 » culatis, basi rotundatis, sursum obtuse attenuatis vel quando-
 » que utrinque emarginato-cordatis, sub-palmatinerviis; nervis

H



» lateralibus basilaribus cæteris longe productionibus curvato-
 » ascendentibus, extus reticulato-ramosis, cum secundariis aliis
 » postea anastomosantibus. »

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

Il est visible que ce *Cercis* est voisin du *C. antiqua* des gypses d'Aix, dont j'ai décrit les feuilles et le fruit (1); il en retrace la physionomie et les principaux traits de forme et de nervation; il me paraît pourtant devoir constituer une espèce distincte. En effet, les feuilles de Broguon, dont je connais une douzaine d'empreintes, sont constamment plus prolongées au sommet (fig. H et pl. V, fig. 6), lorsqu'elles affectent le contour largement ovale, orbiculaire à la base, qui les rapproche le plus de celles d'Aix; mais elles varient dans de plus grandes limites que ces dernières, et se montrent parfois cordiformes à la base et échancrées au sommet (fig. G), caractère que ne présente jamais le *C. antiqua*, mais qui dénote dans le *C. Tournouëri* une tendance vers les *C. siliquastrum* et *japonica*, Sieb.

L'aspect un peu roide de ces feuilles et la difficulté d'apercevoir leur nervation, qui est comme cachée dans l'épaisseur du parenchyme, semblent dénoter en elles une consistance ferme et même coriace qui les éloignerait de notre *Cercis* indigène pour les faire ressembler à celui du Japon, dont les feuilles présentent ce même caractère avec une forme très-analogue dans le contour extérieur et la disposition des principales nervures.

Le *C. Tournouëri* se distingue encore par le nombre restreint des nervures latérales basiliaires; ces nervures, au nombre de deux à trois de chaque côté de la médiane dans les *C. siliquastrum* et *canadense*, se réduisent à une seule paire dans celui de Broguon, la seconde paire n'atteignant le plus souvent qu'un très-faible développement (2).

Cette espèce, remarquable à plus d'un titre, marque bien la persistance de certains types, anciens dans la végétation européenne, réduits maintenant à un seul représentant sur notre continent, à un très-petit nombre dispersés dans la zone tempérée des deux hémisphères, mais qui n'ont cessé d'y avoir leur place depuis un temps très-reculé jusque dans l'âge actuel. Ces types, aussi fixes dans leurs caractères que persistants par leur nature, n'ont varié que dans de très-faibles limites; c'est par cette observation que je termine; elle fait voir combien notre végétation indigène a des racines dans le passé géologique, même lorsqu'on

(1) Voy. *Études sur la végétation tertiaire* (*Ann. sc. nat.*, 4^e sér., bot., t. XVII, p. 287, pl. XII, fig. 7).

(2) La découverte de nouveaux exemplaires remarquables par leur beauté et leur conservation confirme l'existence des caractères que je viens de signaler comme caractéristiques.

se transporte dans un âge reculé, au sein d'une végétation toute différente de celle de nos jours.

La description des espèces et des circonstances qui ont favorisé le passage de celles-ci à l'état fossile n'est qu'une partie de la tâche dévolue au paléontologue. Il doit encore utiliser les éléments dont il dispose pour essayer d'établir l'âge relatif du dépôt lui-même. Ce genre de recherche exige un tact très-délicat, lorsqu'en dehors de toute base stratigraphique on s'appuie sur l'étude des mollusques, dont la présence caractérise très-naturellement les places où ils ont vécu avant d'y avoir laissé leurs dépoüilles. Il est cependant bien plus difficile encore de s'appuyer pour cette recherche sur l'appréciation des seules plantes fossiles qui ne sont pas des êtres entiers, mais des débris d'organes séparés de la tige qui les portait, qui, la plupart du temps, n'ont pas vécu dans l'élément où s'est formé le sédiment qui garde leur empreinte, mais qui, venues du dehors, n'ont dû qu'au hasard seul d'y être entraînées sans ordre.

Il semble donc que la proportion des espèces qu'on recueille dans chaque localité ne puisse donner que la mesure de ce qui se passait dans un étroit périmètre, lorsque les mouvements de l'atmosphère et des eaux, ou les phases de la vie végétale, faisaient arriver au fond des sédiments en voie de formation, le long d'un littoral quelconque, les parties détachées des plantes d'alentour. On conçoit même la possibilité que deux dépôts presque contigus et contemporains aient conservé chacun de leur côté des empreintes de plantes tout à fait différentes dans une roche de structure opposée, si la végétation locale de deux cantons, contrastant par leur exposition, la nature physique de leur sol et le régime des eaux, a été assez radicalement distincte pour permettre à un phénomène pareil de se produire. Il est vrai que, sans nier d'une manière absolue de pareils faits, on doit admettre que leur rareté même empêche qu'on puisse en tenir compte, et leur existence, si elle venait jamais à être constatée, serait trop exceptionnelle pour servir de règle. Il est, au contraire, admis que l'étude comparée et la combinaison des flores locales, que leur ressemblance oblige de croire contemporaines, ont dû amener à la connaissance à peu près certaine des éléments essentiels de la végétation des diverses périodes, et, cette connaissance, une fois acquise, a donné lieu à la détermination d'un certain nombre d'espèces caractéristiques, c'est-à-dire de celles qui sont à la fois les plus répandues

et les mieux connues dans chaque période ; ce sont aussi celles, par conséquent, dont on a pu le mieux circonscrire l'extension à travers le temps comme dans l'espace. La présence de quelques-unes de ces espèces dans les localités qu'on explore est donc un indice réel de leur âge, pourvu, cependant, qu'on n'en tire pas des conséquences trop exagérées. Les plantes les mieux connues ont pu se montrer plus tôt sur un point que sur un autre, prolonger plus tard ici que là leur existence ; mais enfin, quelque restriction qu'on apporte à ces sortes d'observations, elles n'en demeurent pas moins des indices qu'on ne saurait négliger. D'autre part, on conçoit aussi que, malgré leur importance, de pareils indices ne constituent qu'un commencement de preuves, et non pas une preuve véritable. Cette preuve se rencontre seulement dans une réunion d'espèces associées, assez nombreuses pour que le mode de leur association ne puisse pas tromper. Il faut encore observer que l'ensemble végétal d'une période, malgré les apparences contraires, peut en réalité n'être connu qu'imparfaitement. Il est aisé de voir, en effet, que la grande majorité des dépôts de plantes tertiaires étaient autrefois des portions de littoral ou plages lacustres, ou des lagunes tourbeuses alimentées par un faible courant, où sont venus s'accumuler les débris des plantes circonvoisines ; il en résulte que la végétation de pareils endroits nous est certainement bien connue ; mais n'y avait-il pas alors d'autres stations, au fond des vallées, au pied ou sur la déclivité des escarpements, où croissait peut-être une collection de plantes bien différentes de celles du bord des eaux, des étangs et des grandes plaines ? Pourtant, il est douteux que, sauf à l'aide de circonstances tout exceptionnelles, cette sorte de végétation ait pu venir jusqu'à nous. Alors, comme aujourd'hui, les plantes couvraient sans doute le sol entier des continents et des îles ; et, cependant, c'est par l'intermédiaire de l'eau seulement et dans le voisinage plus ou moins immédiat de cet élément, que les espèces végétales ont pu laisser des traces de leur existence. On voit donc combien il est nécessaire de raisonner avec circonspection lorsqu'on est en présence de plantes fossiles, surtout lorsque ces plantes sont en petit nombre, qu'elles se sont conservées à l'aide d'un mode de sédimentation différent du mode le plus ordinaire, et qu'elles appartiennent à une localité dont l'âge relatif est encore indéterminé. Or, ces circonstances se réunissent également pour jeter de l'incertitude et de l'obscurité sur l'opinion que je cherche à formuler au sujet de Brognon.

Cette flore ne compte encore que treize espèces déterminées ;

en y joignant celles dont l'attribution est incertaine, on arriverait à une vingtaine environ ; la nature de la roche indique un mode de sédimentation bien différent de celui qui a présidé aux dépôts d'Armissan, de Manosque, d'Hœring, de Bovey, du Monod, d'Oeningen, etc., enfin, de la plupart des localités tertiaires qu'on est tenté de rapprocher de celle de la Côte-d'Or.

Peut-être serait-on en droit de rechercher si la végétation dont il s'agit n'était pas soumise à des conditions locales encore peu connues et différentes, à plusieurs égards, de celles qui présidaient aux plages lacustres et aux grandes vallées. Cependant, malgré ces restrictions, quand on examine une à une les treize espèces de Brognon, on voit que la plupart, soit par elles-mêmes, soit par leurs similaires les plus proches, soit enfin par leur caractère, se rapportent au miocène inférieur, quelques-unes seulement au Tongrien et une seule au Miocène supérieur. En précisant davantage, c'est-à-dire en choisissant les espèces dont la détermination paraît la plus exempte d'incertitude, savoir : le *Flabellaria latiloba*, le *Myrica* (*Dryandroides*) *laevigata*, le *Cinnamomum polymorphum* et le *Zizyphus paradisiaca*, on reconnaît que trois d'entre elles se rencontrent vers la base de la mollasse suisse, dans l'étage à *Anthracotherium*, la première, un peu plus bas que les deux autres dans le grès rouge de Vevey, les deux autres, au Monod, près de Lausanne, et qu'enfin le *Z. paradisiaca* est répandu dans le gypse d'Aix, à l'extrême base du Tongrien supérieur, c'est-à-dire à la hauteur du *Cyrena semistriata*, Desh., et à Sotzka, en Styrie, localité tongrienne, probablement un peu plus récente qu'Aix. De plus, le *Cercis Tournouëri* est très-voisin du *C. antiqua* des gypses d'Aix et le *Pecopteris Lucani* très-analogue aux *Lastrea pulchella* et *dalmatica*, espèces de Monte-Promina et de la mollasse inférieure de Suisse. La composition même de la flore, c'est-à-dire l'association des Palmiers, des *Quercus*, *Ficus*, *Cinnamomum*, *Andromeda*, à des Myricées, des Rhamnées, des Légumineuses, n'offre rien que de très-conforme à ce qu'on remarque dans toutes les flores du Tongrien ou du Miocène inférieur. D'autre part, il est juste de le faire observer, les formes européennes, à partir du Miocène inférieur, commencent à se multiplier dans toutes les localités tertiaires connues jusqu'à présent, surtout dans l'Europe centrale. Les *Populus*, *Betula*, *Alnus*, *Ulmus*, *Carpinus*, etc., sont ordinairement présents, quoique toujours associés à d'autres formes plus ou moins tropicales. A Brognon, ce mélange est loin d'être aussi sensible : l'*Acer inæquilaterale*, l'*Ilex spinescens*, le *Cercis Tournouëri*, sont les seuls représentants de la végétation indigène, et

encore les deux derniers genres sont loin d'être exclus des régions méridionales, et ne se trouvent aujourd'hui représentés en Europe que par une seule espèce chacun. Par contre, il est remarquable que les espèces similaires de celles de Brognon, et en même temps de celles qui dominent par le nombre, comme les *Quercus*, *Ficus*, *Andromeda*, se retrouvent aujourd'hui dans le voisinage des tropiques. Quelques-unes même de ces formes, comme le *Ficus recondita* et le *Zizyphus paretisiaca*, n'ont d'analogie qu'avec des formes particulières aux régions les plus chaudes du globe actuel.

Tous ces indices, sans être décisifs par eux-mêmes, n'en forment pas moins un faisceau de preuves partielles suffisant pour entraîner la conviction. La flore de Brognon ne doit pas, sans invraisemblance, être reculée plus loin que le Tongrien supérieur, ni être reportée plus haut que le Miocène inférieur (1), sans qu'on puisse encore l'adapter rigoureusement à l'un des étages de cet espace vertical. Il est cependant probable qu'elle est voisine du Miocène inférieur, auquel la rattachent la plupart de ses espèces et l'ensemble de sa physionomie. Si l'on cherche à serrer de plus près la question, l'importance d'une espèce comme le *Flabellaria latiloba*, qu'on n'observe plus en Suisse à partir de la base la plus profonde de la mollasse, engage à placer cette flore à peu près au même niveau, c'est-à-dire à la partie inférieure de l'étage qui renferme l'*Anthracotherium magnum*. Le *Myrica lævigata*, absent des gypses d'Aix et des flores tougriennes de Saint-Zacharie et de Saint-Jean de Garguier, ne commence à se montrer dans le midi de la France qu'à Armissan, où il est associé au *Comptonia dryandraefolia*, Ad. Brongn., espèce qu'on recueille également avec lui au Monod, près de Lausanne, un peu au-dessus du point où existe le *Flabellaria latiloba*, ainsi qu'à Ralligen, dans des grès qu'on identifie avec le grès rouge de Vevey. Il est donc naturel, pour le moment, de ranger la flore de Brognon dans une position intermédiaire entre les limites extrêmes où l'on retrouve les principales formes qui la caractérisent, c'est-à-dire entre les gypses d'Aix et de Sotzka, d'une part, et Armissan, Manosque, le Monod, de l'autre. Ce point intermédiaire nous est donné par le *F. latiloba* qu'on recueille à Vevey, dans les grès rouges de Necker, un peu plus bas que l'étage des marnes et lignites à *Anthracotherium*, auxquels

(1) Aquitanien des auteurs suisses, mollasse inférieure d'eau douce de M. Heer.

ce grès sert de support, et, cependant, déjà au-dessus du Tongrien proprement dit.

Le vrai caractère de la florule de Brognon considérée en elle-même n'est pas difficile à saisir. Elle est empreinte d'un cachet tropical bien prononcé par la présence répétée et prédominante d'un palmier aux frondes puissantes, d'une Fougère de grande taille, par celle des *Ficus*, *Andromeda*, *Zizyphus* qui font penser au Brésil et aux îles de la Sonde. Les *Quercus*, *Ilex*, *Acer*, *Myrica*, *Cercis* ramènent, au contraire vers la zone tempérée, sur les bords de la Méditerranée, dans la Louisiane, le Texas, le Japon. En combinant ces deux courants on arrive à constater l'existence d'une végétation pareille à celle des plateaux mexicains et centro-américains, où l'on observe le même mélange de Chênes et de Palmiers, de formes caractéristiques de la zone équatoriale et de celles qui se rattachent à des régions tempérées. Tout porte à croire que c'est là en effet le climat dont jouissait l'Europe, à l'âge où nous reporte l'étude des plantes recueillies à Brognon, c'est-à-dire vers le temps où vivait l'*Anthracotheium magnum*.

Ce n'est qu'un peu plus tard que les essences demeurées depuis indigènes par le genre, et communes à la partie boréale des deux continents, commencèrent à occuper dans la végétation une place de plus en plus importante et finalement à peu près exclusive. C'est alors aussi que le climat favorisant cet essor, dut s'éloigner de plus en plus des conditions originaires, pour tendre à se rapprocher de celui que nous possédons aujourd'hui.

Il est évident qu'à l'époque où les eaux incrustantes de Brognon empâtaient les débris végétaux que je viens de décrire, cette dernière évolution était tellement lointaine, que les premiers indices venaient à peine de s'en manifester; rien ne pouvait faire prévoir qu'elle dût être aussi radicale dans un avenir même très-éloigné; encore moins aurait-on pu deviner que les formes végétales de physionomie tempérée feraient plus tard place elles-mêmes à d'autres formes des mêmes genres, insensiblement plus rapprochées de celles qui sont devenues notre apanage; en sorte que si le Chêne, le Figuier, l'Érable, le Gâinier, font encore partie à divers titres de la flore française actuelle, ce n'est que par une longue suite de substitutions successivement opérées que ces genres sont venus jusqu'à nous. L'étude de ces changements est la partie la plus attrayante et la plus féconde de la paléontologie végétale; mais, dans cette branche de la science géologique, il s'agit maintenant de réunir avec soin tous les faits épars qui se présentent; plus tard, d'autres plus heureux pourront profiter de

ces observations, y rechercher les éléments des solutions qui nous échappent et en formuler les résultats.

Après avoir insisté sur l'intérêt que présente le travail de M. de Saporta, M. d'Archiac fait observer que dans l'est de la France il se trouve un assez grand nombre de petits dépôts lacustres qui jusqu'à présent n'ont pas été suffisamment explorés. Il ajoute que le mémoire de M. de Saporta pourra être considéré comme un point de départ très-utile pour les études ultérieures sur ces divers dépôts.

M. d'Archiac fait connaître à la Société que M. de Saporta exécute en ce moment un important travail sur *la flore fossile de Sézanne*. L'auteur promet de l'avoir terminé vers le commencement de 1867 et, pour prendre date, il exprime le désir que l'annonce en soit faite dès aujourd'hui dans le *Bulletin*.

A propos de la communication sur les calcaires de Brognon, M. Edm. Pellat dit qu'il existe à Vesvrottes, très-près de Brognon, des calcaires à Linnées et à Hélix. Il demande à M. Tournouër qui a étudié le gisement de Brognon, quelles sont les relations des couches à végétaux de cette dernière localité avec les calcaires de Vesvrottes.

M. Tournouër répond qu'il adopte les conclusions que M. de Saporta a déduites de l'étude des végétaux fossiles dans les calcaires de Brognon, et que ces calcaires sont en relation de synchronisme avec les couches voisines à Hélix qui appartiennent au tertiaire moyen. Du reste, il prépare un travail sur les divers dépôts tertiaires lacustres de la Côte-d'Or.

M. de Mercey lit la note suivante :

Note sur un gisement du dévonien inférieur au col d'Aubisque (Basses-Pyrénées) ; par M. N. de Mercey.

La nouvelle route des Eaux-Bonnes à Cauterets traverse, à environ 7 kilomètres des Eaux-Bonnes et à 1719 mètres d'altitude, le col d'Aubisque, sur la ligne de partage des eaux qui se rendent à l'E. dans le gave de Pau et à l'O. dans son affluent, le gave d'Oloron.

En descendant du haut du col sur les premières pentes orientales, on rencontre des schistes argileux avec lits de cal-

caire gris bleuâtre, cristallin, et l'on peut recueillir d'assez nombreux fossiles, à l'état de moules, dans les schistes, ou empâtés dans les lits calcaires. Ces fossiles appartiennent au dévonien inférieur, comme le montre la liste suivante :

<i>Terebratula sub-Wilsoni</i> , d'Orb.	|	<i>Spirifer macropterus</i> , Rømer.
— <i>Archiaci</i> , de Vern.	|	<i>Orthis Beaumonti</i> , de Vern.
— <i>Ezquerria</i> , de Vern.	|	— <i>devonica</i> , Keyserl.
<i>Spirifer sub-speciosus</i> , d'Arch. et de Vern.	|	<i>Leptaena Murchisoni</i> , de Vern.
— <i>Pellico</i> , de Vern.	|	<i>Cyathophyllum</i> .

Toutes ces espèces se retrouvent dans les Pyrénées espagnoles qui traversent les provinces des Asturies et de Léon, et dans les montagnes d'Almaden, accompagnées d'une faune nombreuse qui a fourni les types décrits par MM. de Verneuil, d'Archiac et Barrande (1), et dont une portion seulement passe dans l'Europe septentrionale.

M. de Verneuil, à l'obligeance de qui je dois la détermination de ces fossiles, en avait déjà vu quelques-uns en 1854 dans la collection de M. G. Sacaze (2), et, à la même époque, M. Bourjot, dans une note sur les Eaux-Bonnes (3), a indiqué, mais sans en préciser le gisement, plusieurs fossiles dévoniens provenant de la même collection et remis à M. Hébert.

C'est aussi d'après les indications de M. G. Sacaze, qui a réuni à Beost des documents précieux pour l'histoire naturelle de cette partie des Pyrénées et qu'il serait à désirer de voir classés aux Eaux-Bonnes, que j'ai pu trouver ce gisement, qui présente l'avantage de pouvoir être exploré facilement, par suite de sa position sur une route qui relie entre eux les établissements thermaux des Hautes- et des Basses-Pyrénées.

Séance du 22 janvier 1866.

PRÉSIDENCE DE M. ED. LARTET.

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

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. II, p. 458; t. VII, p. 455; t. XII, p. 964.

(2) *Ibid.*, t. XII, p. 74.

(3) *Ibid.*, t. XII, p. 68.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. LENNIER (Gustave), conservateur du Muséum au Havre (Seine-Inférieure), présenté par MM. Bezançon et le marquis de Raincourt.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. G. Cotteau, *Deux jours d'excursion dans le terrain jurassique des environs de Tonnerre (Yonne)*, in-8, 15 p., 1 tableau; Auxerre, 1865; chez G. Perriquet.

De la part de M. H. Grosse, *Journal de conchyliologie*, in-8, 3^e sér., t. V, 1865; Paris, chez H. Grosse.

De la part de M. Ed. Lartet :

1^o *Sur une lame d'ivoire fossile trouvée dans un gisement ossifère du Périgord et portant des incisions qui paraissent constituer la reproduction d'un Éléphant à longue crinière*, in-4, 3 p., 1 pl.; Paris, 1865.

2^o *Reliquie Aquitanicæ*, 1^{re} livr., déc. 1865; Paris, 1865; chez J. B. Baillièrre et fils; in-4.

De la part de M. Eugène Robert, *Rapprochement entre les monticules de Ninive et les Tumuli*, in-8, 16 p.; Paris, 1865; chez E. Giraud.

De la part de M. E. W. Benecke, *Geognostisch-Paläontologische Beiträge*, in-4, 1^{er} vol., 1^{er} cahier; Munich, 1866; chez R. Oldenbourg.

De la part de M. C. W. Gümbel :

1^o *Ueber das Knochenbett (bone-bed) und die Pflanzenschichten in der rhätischen Stufe Frankens*, in-8, 64 p.; Munich, 1864.

2^o *Die geognostischen Verhältnisse der Frankischen Alb (Franken-Jura)*, in-8, 74 p.; Munich, 1864; chez F. Straub.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, n^o 3; in-4.

L'Institut, n^o 1672; 1866; in-4.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles, sept. 1865; in-8.

The Athenæum, in-4, n° 1995 ; 1866 ; in-4.

Revista minera, 15 janvier 1866 ; in-8.

M. Sæmann présente, de la part de M. Benecke, un ouvrage sur la géologie et la paléontologie du Tyrol méridional, et en donne l'analyse suivante :

M. Benecke, professeur adjoint à l'Université de Heidelberg, offre à la Société un exemplaire d'un ouvrage sur la géologie et la paléontologie du Tyrol méridional, et principalement des terrains triasique et jurassique de cette contrée.

L'auteur donne dans la première partie la description et les coupes de plusieurs localités à l'est et au nord du lac de Garde, depuis le monte Baldo jusqu'à Roveredo et à Trente, et du val Giudicaria au val Sugana, dans la direction de l'ouest à l'est.

Il compare ensuite ses observations avec celles des géologues qui ont contribué à la connaissance des terrains sédimentaires des Alpes ; il les discute et présente la classification des assises telle qu'elle résulte de ses recherches. L'assimilation du calcaire à *Terebratula diphya* avec les couches supérieures de l'étage kimméridien, déjà entrevue par M. Oppel, reçoit un grand renfort de probabilité.

La partie paléontologique donne la description, sur 10 planches de bonnes figures, des espèces nouvelles découvertes par l'auteur ou figurées à nouveau, dont 8 triasiques, 18 du terrain oolithique inférieur (Dogger) et 7 de la partie supérieure du même terrain (Malm.). Cet ouvrage forme la première partie d'un volume pour la continuation duquel l'auteur s'est associé ses amis, MM. Schlœnbach et Waugen. Le premier nous promet une Monographie des brachiopodes liasiques de l'Allemagne, le second la description des fossiles encore très-imparfaitement connus et très-nombreux de la zone à *Ammonites Sowerbyi*.

A la suite de cette communication M. Hébert dit qu'il ne saurait admettre la nouvelle classification que vient d'émettre M. Sæmann des calcaires compactes à *Terebratula diphya*, considérés jusqu'ici, par les géologues les plus expérimentés et qui connaissent le mieux les Alpes, comme appartenant à

l'Oxford-clay supérieur. Il lui paraît tout à fait impossible de mettre des couches à *T. diphyæ* dans la série kimmérienne. Il a étudié ces couches en plusieurs localités de la Drôme et des Basses-Alpes; à Chaudon, il a recueilli en même temps que la *T. diphyæ*, *Ammonites plicatilis* et *A. tortisulcatus*; ce n'est ni du *kimmeridge-clay* ni du *coral-rag*, comme l'a dit depuis M. Coquand.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Marcou :

Sur le Dyas; par M. Jules Marcou.

En 1859, il a paru à Genève, dans la *Bibliothèque universelle*, mai et juin, un petit travail intitulé : *Dyas et Trias, ou le nouveau Grès rouge en Europe, dans l'Amérique du Nord et dans l'Inde*. Ce travail a été le point de départ d'un grand nombre de recherches sur la partie inférieure des couches du nouveau grès rouge. Les idées renfermées dans ce mémoire ont été en général adoptées par les géologues de l'école allemande. Elles ont été, au contraire, très-vivement attaquées par les géologues de l'école anglaise. Jusqu'à présent les publications de la Société géologique de France n'en ont guère contenu que des critiques, et c'est pour répondre à quelques-unes d'entre elles, et pour exposer en même temps les progrès qu'ont faits plusieurs des questions soulevées, que je prends aujourd'hui la parole.

L'*Histoire des progrès de la Géologie* publiée par la Société géologique de France, quoique encore incomplète, renferme cependant, dans le dernier volume paru en 1860, une revue d'une partie de mon travail. M. d'Archiac se borne à répéter ce que j'ai dit avant lui, « que je n'étais jamais allé en Russie » ; il n'a rien dit surtout, pour prouver que le permien russe, tel qu'il a été proposé dans la *Geology of Russia*, pouvait être donné comme type pour les roches de la partie inférieure du nouveau grès rouge de l'Allemagne; il ne cherche même, au contraire, qu'à faire ressortir les doutes exprimés par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling sur les dépôts des grès et des marnes irisées qui recouvrent le zechstein, et que ces savants explorateurs de la Russie ont nommés une grande et vaste couverture du système permien, couverture qu'ils ont d'ailleurs décidément placée dans leur système permien, et que M. d'Archiac veut bien nommer « une pierre d'attente posée pour l'avenir ».

L'exposé de M. d'Archiac démontre mieux que les travaux de

MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling l'insuffisance des documents pour établir en Permie un type de terrain, et sa participation dans le débat ne constate que ses sympathies bien connues pour les expressions d'origine anglaise et l'impression peu favorable que lui a faite la lecture de ce qu'il nomme ma dissertation. Les récentes publications de M. d'Archiac montrent d'ailleurs que mon travail a profondément modifié ses études sur l'Inde centrale et la Caroline du Nord, car, dans son volume sur la formation triasique, il a bien voulu non-seulement le consulter, mais encore en reproduire des parties (voir : *Hist. des progrès de la Géol.*, vol. VIII, pages 542, 577, 584 et 632).

Je ne rappellerai pas ici les raisons qui m'ont fait supprimer le terme permien et le remplacer par l'expression de *dyas* ; seulement je dirai qu'en dehors de la publication de mon mémoire dans la *Bibliothèque universelle de Genève*, je n'ai absolument rien fait pour propager et faire adopter mes vues sur ce sujet, et qu'en quittant l'Europe au printemps de 1860, j'étais loin de penser que je laissais derrière moi un brandon de discorde.

Les géologues de l'Allemagne et particulièrement ceux de la Saxe, où le terrain dyasique est si bien développé et où depuis 1815 toutes les couches sont si bien connues de tous les élèves de l'école de Freiberg, ont adopté l'expression de *dyas*. L'un d'entre eux, et celui qui, de l'avis de tous, est le plus compétent, M. H. Bruno Geinitz, a publié une superbe monographie de ce terrain sous le titre de *Dyas*, in-4, Leipzig, 1864-62. Ce travail, que l'on peut dire capital, a été exécuté en collaboration avec MM. Eisel, Ludwig, Reuss et Richter ; il a paru en deux parties. La première partie, qui ne contenait que l'introduction, la dédicace à Sa Majesté le roi Jean de Saxe et les fossiles animaux du *dyas*, a amené une protestation des plus énergiques de M. Murchison. Il ne s'est pas contenté comme moi de sa publication dans la *Bibliothèque universelle de Genève*, mais il l'a fait paraître simultanément en anglais, en français et en allemand, dans plusieurs recueils scientifiques, et l'a présentée avec des annotations spéciales à toutes les académies et sociétés savantes.

Cette grande publicité du mémoire de M. Murchison qui a pour titre : *Sur l'inapplicabilité du nouveau terme dyas au système permien, tel qu'il vient d'être proposé par le docteur Geinitz*, a eu pour résultat d'attirer l'attention sur l'expression *dyas* et de forcer les géologues à s'appliquer à connaître les points en litige et la valeur d'une expression qui jusque-là avait été employée sans

qu'on pût trop se rendre compte des difficultés qu'elle pouvait soulever.

Dans son travail, M. Murchison ne réfute aucune de mes objections, sous prétexte que je ne suis pas allé en Russie; et, se jetant au milieu de questions de priorité, de définitions plus ou moins exactes des termes permien, pénién et dyas, il fait appel à l'habitude prise de l'usage du terme permien, et il termine en jouant sur les mots *monas*, *dyas*, *trias* et *tetras*.

La priorité invoquée par M. Murchison et que M. de Verneuil vient d'invoquer de nouveau dans le *Bulletin de la Soc. géol.*, vol. XXII, p. 519, est tellement contraire aux faits, que j'ai cru devoir l'établir une seconde fois par des dates en faveur de notre vénérable doyen de la géologie française, M. d'Omalius-d'Halloy, dans une note imprimée au *Bulletin de la Soc. géol.*, 2^e sér., vol. XIX, p. 624. Une question de priorité se traite par des dates et des assertions, et, tant que mes honorables adversaires n'auront pas pu produire des dates antérieures aux publications de M. d'Omalius, leurs réclamations ne seront pas fondées.

La seconde partie de la monographie du « Dyas » a produit de nouveaux faits auxquels adversaires ou amis du terme *dyas* étaient loin de s'attendre. Ces faits sont : 1^o une carte géologique du dyas en Russie, « Die Dyas in Russland », qui retranche les deux tiers du terrain dit permien de la carte géologique de la Russie, et 2^o l'indication de fossiles triasiques découverts en Russie par le professeur Wagner de l'université de Kazan et M. Ludwig.

Pendant l'été de 1860, M. Rudolph Ludwig, de Darmstadt, a fait un voyage en Russie et dans l'Oural; il a recueilli de nombreux faits qui confirment, en général, la grande majorité des doutes que j'avais élevés sur la validité du terme permien. Ces observations ont été d'abord consignées dans un volume de voyage intitulé : *Geogenische und geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural*, etc., puis réimprimées avec plus de détails, carte et coupes, dans le *Dyas oder die Zechsteinformation und das Rothliegende* du docteur Geinitz.

Venant d'un géologue aussi savant que M. Ludwig, dont les nombreux travaux sur la géologie du centre de l'Allemagne sont si connus et si appréciés, on comprend que le type permien de Russie ne pouvait plus être admis qu'à titre de synonymie, et qu'après avoir été généralement en usage pendant quinze années, il subissait le sort commun de tous les terrains mal définis dans lesquels on avait englobé plusieurs formations hétérogènes, comme, par exemple, le *calcaire alpin*, si célèbre jusqu'en 1825,

puis totalement abandonné, pour faire place à des types rigoureusement limités.

D'ailleurs, M. Ludwig et le professeur Wagner ne sont pas les seuls géologues ayant étudié la Russie qui aient été amenés à rejeter le nom de permien. Le savant géologue russe, M. d'Eichwald, dans son célèbre ouvrage, intitulé : *Lethæa Rossica, ou Paléontologie de la Russie*, 1^{er} vol., seconde partie, p. xvii, s'exprime ainsi : « Le système permien forme double emploi avec le terrain » pénécien qui, comme nom géologique, mérite beaucoup plus » d'être conservé dans la science que le nom de permien, d'au- » tant plus que ce n'est pas dans le gouvernement de Perm, mais » bien dans celui d'Orenbourg, que se trouvent les végétaux et » les animaux caractéristiques du terrain pénécien. J'ai appelé dans » le *Lethæa* ce terrain, tantôt grès cuivreux, tantôt terrain magné- » sien ou zechstein, calcaire qui est interpolé entre les couches » du grès cuivreux ; il mérite par là très-bien le nom de *Dyas*, » imaginé par M. J. Marcou. »

Enfin, le major Wangenheim von Qualen, ingénieur des mines, qui a passé sa vie autour de l'Oural, dans le dernier mémoire qu'il a publié avant sa mort, dans le *Bulletin de la Société des naturalistes de Moscou*, année 1864, n° 1, p. 172, sous le titre de : *Einige Bemerkungen über den Aufsatz Lyas et Trias ou le nouveau grès rouge en Russie*, etc., s'exprime ainsi : « Je ne conteste nul- » lement que la dénomination de dyas soit beaucoup plus conve- » nable pour le kupfersandstein ouest uralien du gouvernement » d'Orenbourg que le nom géographique de permien, vu que ce » dépôt se trouve non-seulement à Perm, mais dans beaucoup » d'autres gouvernements, et qu'il est même beaucoup mieux » connu et limité dans le gouvernement d'Orenbourg qu'à Perm. » Et plus loin : « Je n'ose pas contester non plus que, comme le » dit M. Marcou, le trias de d'Alberti, conjointement avec le » dyas, ne représente le grès rouge comme système particulier. » En général, je trouve très-vraisemblable cet aperçu de M. Mar- » cou, etc. » Il est bon d'ajouter que ce mémoire m'est très-hostile, tout en admettant beaucoup plus que je ne pouvais espérer, non-seulement d'un adversaire, mais même d'un partisan.

Ces divers travaux ont ému les géologues officiels de la Russie, et en 1864 l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg a envoyé sur les lieux un de ses membres, M. le général des mines de Helmersen, qui, en compagnie de plusieurs de ses aides, a fait de nouvelles études. Je ne sais si M. de Helmersen a publié le résultat de ses recherches, mais il vient de faire paraître une *Carte géolo-*

gique de la Russie, qu'il a fait présenter à la Société géologique de France dans sa séance du 5 juin dernier, par un de ses aides, M. de Möller. Cette carte ne tient pas compte de celle de M. Ludwig; elle conserve l'expression de permien, et renferme sous une seule teinte toutes les roches qui se trouvent entre les terrains carbonifère et jurassique, comme l'avaient fait, avant M. de Helmersen, M. le colonel Ozersky dans sa carte de 1849, et MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling dans leur carte de 1845.

En présentant cette nouvelle carte de la Russie, M. de Möller a donné quelques explications qui portent principalement sur le mode de formation du rothliegende russe, qui, d'après lui, ne serait pas une formation d'eau douce, comme le pensait M. Ludwig, mais une formation marine; et, ensuite, M. de Möller paraît ne pas avoir pu distinguer les positions stratigraphiques des roches reconnues par M. Ludwig, et il est disposé à regarder les marnes, les grès et les conglomérats comme contemporains des calcaires et des dolomies. Comme M. de Möller n'a fait que d'énoncer ses vues, et qu'en même temps il a annoncé avoir donné les détails à la Société géologique de Berlin, lorsque son travail paraîtra dans le bulletin de cette société, M. Ludwig pourra les discuter et montrer en quoi diffèrent leurs observations respectives. Je ferai seulement remarquer que de ce qu'on a trouvé des fossiles marins dans les calcaires de Kungur, il ne s'ensuit pas que le rothliegende russe soit marin, mais seulement qu'il y a dedans quelques intercalations de roches de formation saumâtre ou marine, comme le *cinder bed* du Purbeck, ou bien comme dans le terrain houiller proprement dit, regardé par tout le monde comme une formation d'eau douce, et qui, cependant, présente en Écosse et ailleurs des intercalations de couches calcaires avec *Productus* et autres fossiles marins. D'ailleurs, je n'ai pas donné le nom de dyas au zechstein et au rothliegende, parce que l'un était d'eau douce, et l'autre, de formation marine; je n'ai même pas fait attention à cela; j'ai voulu seulement indiquer le caractère de dualité de ces deux formations pour composer un même terrain.

M. de Möller a admis dans sa communication un fait important, et qui renverse tous ceux sur lesquels se sont basés M. Murchison et ses collaborateurs pour établir le type du terrain permien: c'est l'existence du trias. Il admet qu'il est d'accord avec M. Ludwig en ce qui concerne les grès et les marnes irisées qui recouvrent presque partout en Russie le dyas, et qu'il les considère comme les représentants du trias. Après un pareil aven, on est étonné que M. de Helmersen, dans sa carte géologique, n'ait pas

donné une teinte spéciale pour les marnes irisées et les grès, du moment surtout qu'il reconnaît des différences de stratification avec le dyas qui est au-dessous. Assurément, c'est tenir bien peu de compte des principes stratigraphiques, que de négliger de faire une distinction entre deux formations occupant de vastes surfaces, et qui sont séparées par des différences de stratification, une lithologie différente, et même des fossiles différents; car M. de Möller ne parle que d'une « absence *presque* complète » de restes organiques dans le trias russe, et non d'une absence *totale-ment* complète. La réalité est qu'on a déjà trouvé plusieurs fossiles triasiques dans ces couches appelées permienes par nos honorables adversaires, et que ces fossiles soumis à M. Heer, de Zurich, sont regardés par lui comme appartenant à la flore triasique de l'Allemagne et de la Suisse.

M. de Verneuil, qui d'abord s'était abstenu d'intervenir activement dans la question, a pris, depuis, fait et cause pour M. Murchison, et en présentant à la Société géologique la brochure de ce savant géologue : *Sur l'inapplicabilité du nouveau terme dyas au système permien*, etc. (voir *Bulletin*, 2^e sér., vol. XIX, p. 599), il a donné une notice dans laquelle il revendique ce qu'il regarde comme les droits de l'expression *permien*. Toutefois, M. de Verneuil laisse entièrement de côté la question stratigraphique, qui est de beaucoup la plus importante, pour ne s'occuper que de la paléontologie et d'une classification paléontologique. Comme j'ai traité aussi, dans mon *Dyas et Trias*, la question paléontologique, et que les paléontologistes eux-mêmes ne sont pas d'accord sur cette classification, puisque M. Agassiz continue à regarder le dyas comme secondaire et non comme paléozoïque, je n'ai rien à ajouter de plus sur ce point spécial de la discussion.

Ayant eu l'avantage de se trouver à la séance de la Société géologique dans laquelle M. de Möller a fait sa communication, M. de Verneuil en a profité, et en présentant sous un certain aspect ce que venait de dire M. de Möller, il a cherché non-seulement à réhabiliter le terrain permien, mais même à le glorifier aux dépens, bien entendu, du dyas, qui doit être, dit-il « supprimé » (*Bull.*, 2^e sér., vol. XXII, p. 519). Après l'aveu de M. de Möller, qui se déclare d'accord avec M. Ludwig pour reconnaître le trias, partout où M. Ludwig l'a indiqué sur sa carte *Die Dyas in Russland*, je ne vois pas trop en quoi M. de Verneuil a sujet de se féliciter sur ce qu'il nomme « l'utilité » du terme *permien*.

Je l'ai déjà dit dans mon *Dyas et Trias*, et je le répète ici : si
Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

l'on considère les grandes extensions géographiques des terrains de l'Europe occidentale et centrale dans la Russie, dues en grande partie à la reconnaissance géologique exécutée par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, on n'a qu'à admirer un aussi beau travail ; c'est même un des plus beaux voyages géologiques que l'on puisse citer. Mais lorsque ces savants cherchent à imposer aux roches si connues de notre Europe un type pris dans les terrains de l'Oural, qui du propre aveu de M. Murchison et de ses collaborateurs n'a ni base ni sommet, et dont les couches sont tellement variables qu'il a été impossible à ces savants voyageurs de trouver deux coupes identiques ou même qui se ressemblent, il est évident que c'est aller contre tout ce qui a été toujours admis jusqu'à présent comme type dans toute l'histoire naturelle ; car type veut dire une chose parfaite ou presque parfaite, à laquelle on compare ce qui peut se rapporter à elle.

Dans *Dyas et Trias*, j'ai montré que le type permien de Russie avait induit en erreur les géologues de l'Amérique du Nord et de l'Inde. Ceux de l'Inde ont bien voulu le reconnaître depuis ; ils sont allés visiter le dyas de la Saxe, en compagnie de M. Geinitz, et dans une des publications du *Geological survey of India*, le directeur général de ces relevés, M. Oldham, s'exprime ainsi : « tout en appréciant complètement le talent avec lequel M. Marcou a présenté ses opinions, et tout en tombant d'accord avec lui, ainsi qu'on a pu le voir précédemment, sur l'âge de nos roches, cependant je n'adopte pas toutes ses raisons pour sa proposition de changement de nom (le *Dyas* de Marcou). » (Voir : *Additional remarks on the geological relations and probable geological age of the several systems of rocks in central India and Bengal*, dans le vol. III, part. I, p. 207, des *Mémoires du relevé géologique de l'Inde*, Calcutta, 1861). M. Oldham n'adopte pas le mot *dyas*, mais je ferai remarquer que dans l'Inde ce savant et ses associés ont pris pour règle de donner des noms indous à toutes leurs formations.

Depuis la rédaction de mon mémoire, un nouvel exemple de la disparition du trias des classifications hors de l'Europe s'est présenté dans un travail de M. David Forbes, sur la géologie de la Bolivie et du Pérou, dans lequel s'appuyant toujours sur le type permien russe, il dit : « permien ou triasique. La majorité des preuves paraît être en faveur de l'époque permienne. » Et plus loin il ajoute : « Les caractères minéralogiques de ce système (en Bolivie) rappellent d'une manière si frappante les descriptions des roches permienes de Russie par Murchison, de Verneuil

» et Keyserling, que lorsque plus tard, après mon retour en Angle-
 » terre, je lisais leur livre, il me paraissait qu'ils décrivaient réel-
 » lement ces strates boliviennes. » (Voir, *On the geology of Bolivia*
and southern Peru, dans le *Quarterly Journal of the geol. Soc of*
London, vol. XVII, p. 37 et 38, Londres, 1861). Or, nous savons
 tous que notre savant et regretté confrère feu Alcide d'Orbigny
 avait rapporté ces roches au trias, et qu'après lui M. Crosnier les
 avait reconnues dans le Pérou méridional comme étant aussi
 de l'époque triasique. Ainsi, dans ce dernier cas, aussi bien que
 pour l'Inde et l'Amérique du Nord, le terrain permien n'a pas
 été assurément d'une grande « utilité », puisqu'il conduit les ob-
 servateurs anglais à confondre le trias avec le dyas, résultat inévi-
 table du type dans lequel son auteur a placé le trias.

Quant à l'objection soulevée par M. de Verneuil, que le nom de
dyas « est un obstacle aux progrès de la science en fixant irrévo-
 cablement le nombre des étages du terrain qu'il désigne » (*Bulle-*
tin, 2^e sér., vol. XIX, p. 612), elle tombe devant l'usage quotidien
 que l'on fait d'une manière abstraite des termes : quaternaire, ter-
 tiaire, secondaire et trias. Le terme *dyas* exprime une dualité
 de deux grandes formations réunies dans un seul terrain, forma-
 tions que l'on peut subdiviser en autant d'étages, de groupes et
 de couches qu'on le jugera nécessaire, sans pour cela porter la
 moindre atteinte à l'idée primitive de la réunion des deux forma-
 tions du zechstein et du rothliegende.

Enfin M. de Verneuil déclare que « le mot *dyas* ne signifie
 rien » (*Bulletin*, 2^e sér., vol. XXI, p. 519). Je demande bien pardon
 à notre savant confrère, le mot *dyas* signifie une des plus belles
 monographies des terrains stratifiés qui aient jamais été publiées ;
 il signifie le point de départ de travaux qui, dans le court espace
 de six années, se sont étendus depuis les bords du Missouri, dans
 les régions lointaines du Nebraska, jusqu'aux rives du Gange, dans
 l'Inde ; il signifie le rétablissement des droits de priorité des
 belles découvertes du vénérable M. d'Omalus ; enfin cette ex-
 pression rentre dans les diverses classifications d'histoire naturelle
 qui empruntent leurs dénominations à la langue mère, si belle et
 si riche, d'Aristote et d'Homère, comme Géologie, Paléontologie,
 Paléozoïque, *Neocomiensis* et Trias.

M. de Verneuil fait à M. Marcou la réponse suivante :

Les principaux reproches que fait notre honorable collègue à
 l'expression de *système permien*, proposée en 1844, par sir Roderick

Murchison, le comte de Keyserling et par moi, pour désigner tous les dépôts compris entre le terrain houiller et le trias, sont :

1° Que nous avons méconnu les droits de la priorité, M. d'Omalus-d'Halloy ayant déjà donné le nom de pénéen au même groupe ;

2° Qu'il y a des motifs très-sérieux pour penser que nous avons placé dans le permien de Russie une partie, si ce n'est tout le trias.

Quant au premier grief, nous l'aurions compris de la part de notre excellent ami, M. d'Omalus-d'Halloy ou de tout autre géologue, plutôt que de M. Marcou, qui, en proposant une troisième dénomination, celle de *dyas*, pour ces mêmes dépôts, est deux fois plus coupable que nous.

Pour nous justifier cependant à cet égard, nous répéterons ce que nous avons dit dans notre ouvrage sur la Russie : c'est que, lorsque sous l'empire de nos impressions et vers la fin de notre voyage, nous proposâmes, dans une lettre datée de Moscou, de réunir sous une seule dénomination les dépôts compris entre le terrain houiller et le trias, lesquels occupent une si vaste étendue dans la Russie orientale, nous avons oublié que M. d'Omalus-d'Halloy avait eu déjà la même idée, et nous ne pouvons mieux faire que de citer la note placée au bas de la page 140 de notre ouvrage (*Geology of Russia and Ural*) :

« Voir la lettre de M. Murchison au docteur Fischer (Moscou, » septembre 1841), où le terme *permien* a été proposé pour la » première fois. En suggérant ce nom, nous devons avouer que » nous avons oublié que notre illustre ami, M. d'Omalus-d'Halloy, » avait employé le mot *pénéen* pour caractériser le même en- » semble de dépôts. Nous conservons cependant notre nom géo- » graphique, non-seulement parce qu'il est établi d'après le prin- » cipe qui a conduit à l'adoption des mots *silurien* et *dévonien*, » mais aussi parce que nous avons trouvé dans les dépôts permien » des débris organiques non encore décrits et des richesses miné- » rales, telles que cuivre, soufre, sel, etc., qui rendent le mot » *pénéen* (stérile) inapplicable dans l'état actuel de nos connais- » sances. »

Ces motifs ont paru suffisants à la plupart des géologues, car le nom de *terrain permien* a été généralement adopté. On peut lire dans notre première réponse à M. Marcou (1) la liste nombreuse

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., vol. XIX, p. 599.

des auteurs qui l'ont employé, tant en Allemagne qu'en France, en Angleterre et en Amérique.

Passons au second reproche, et voyons si en Russie nous avons confondu réellement le trias avec le zechstein, de telle sorte qu'il soit vrai, ainsi que le dit M. Marcou dans sa brochure de 1859 (*Dyas et trias*), que dans le « cas où les géologues accepteraient le » permien tel que Murchison l'a défini comme type, le trias disparaîtrait des classifications en Asie, en Afrique, en Amérique » et en Australie. »

Ce serait, en vérité, fâcheux pour ce pauvre trias, et nous serions désolés d'en être cause. Mais court-il réellement un si grand danger et sommes-nous si coupables? Avons-nous interverti l'ordre des couches en Russie? Avons-nous placé au-dessous ce qui était au-dessus? Personne ne nous en accuse, pas plus M. Marcou que MM. Ludwig et de Möller, qui ont visité avec le plus grand soin les contrées orientales de la Russie, et surtout l'ancien royaume de Perm. Nous voyons, au contraire, que, dans le deuxième volume de la magnifique monographie de MM. Geinitz et Ludwig, ce dernier nous cite souvent et ne nous critique jamais. Nous voyons que M. de Möller, envoyé récemment par son gouvernement pour étudier précisément ces immenses formations rouges dans la Russie orientale, dit que ses résultats confirment complètement ceux qui ont été recueillis par les auteurs de la *Géologie de la Russie* (1).

Qu'avons-nous donc fait? Nous aurions, à en croire M. Marcou, confondu dans le type permien un vaste système de grès et de marnes rouges qui représentent le trias. Pour toute réponse, nous transcrivons ici le passage de notre ouvrage concernant ces dépôts, et la Société jugera si nous n'avons pas agi avec prudence lorsqu'il s'agissait de classer un terrain sans fossiles, supérieur au zechstein proprement dit, qui peut être triasique, mais qui a les plus grandes analogies minéralogiques avec des calcaires, des grès et des marnes rouges fossilifères dont l'âge permien est incontestable.

« Série rouge au-dessus des calcaires fossilifères. — En remontant tant la Dvina, à partir d'Archangel, pendant 300 verstes, nous avons été conduits pas à pas, ainsi que nous l'avons dit, à travers des dépôts plus nouveaux que le terrain carbonifère (ceux du zechstein), et, en continuant de remonter le fleuve, il a été évident pour nous que les sables et les marnes rouges et vertes

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., vol. XXII, p. 518.

» qui se montraient sur ses bords étaient encore plus récents. Après
 » de longs et infructueux voyages pour découvrir quelque autre
 » ordre de superposition ou quelques fossiles entre les calcaires
 » permien et les strates jurassiques, c'est avec une grande hésita-
 » tion que nous plaçons, même à titre provisoire, quelques por-
 » tions des strates de l'intérieur de la province de Vologda et des
 » gouvernements adjacents de Kostroma et de Nijni-Novogorod, etc., dans un système *plus nouveau que le permien proprement dit*. (Voir la teinte plus légère du permien sur notre carte
 » et le n° 5 de la légende intitulé : *trias?*)

» Pour mettre nos lecteurs à même de juger du degré d'évidence que nous possédons sur cet ensemble de couches, nous décrivons les strates, telles que nous les avons vues affleurer sur les bords de la Dvina que nous avons remontés jusqu'à Usting-Veliki, puis dans un voyage de là à Vologda par les rivières Suchona et Strelna, à la recherche des limites septentrionales et occidentales de ces dépôts, et enfin dans notre descente du Volga, depuis Kostroma jusqu'à Nijni-Novogorod. »

Après dix pages de descriptions, nous terminons ainsi :

« Nous n'avons aucune preuve que ces masses que nous venons de décrire, supérieures aux couches avec fossiles du zechstein, constituent une portion du trias d'Europe et soient réellement parallèles au *new red sandstone* des îles Britanniques. Mais, quand nous nous rappelons quelle longue période de temps s'est écoulée avant qu'on ait découvert des fossiles caractéristiques dans le *Bunter sandstein* d'Allemagne, le grès bigarré de France et le *new red sandstone* d'Angleterre, nous croyons agir dans l'esprit qui doit animer de vrais observateurs, en désignant cette masse sous le nom d'*upper red sandstone*, et en la considérant simplement comme le toit du système permien. *Si, dans la suite, on trouve des fossiles qui rattachent une partie de ces dépôts, soit au permien, soit au trias, nous n'aurons rien fait pour empêcher ce classement définitif*, en nous bornant à constater le fait que ce groupe de roches bigarrées recouvre le zechstein proprement dit. »

Il n'y a donc pas de méprise possible. Le type permien proprement dit, c'est l'ensemble de ces couches qu'on ne peut assimiler une à une à celles du *Rothliegende* et du *Zechstein*, mais qui ont

(1) *The geology of Russia in Europe and the Ural mountains*, p. 175, 1845.

été déposées pendant la même période. Maintenant, au-dessus il se trouve des marnes, des calcaires et des grès rouges sans fossiles que nous considérons comme pouvant être la base des grès bigarrés, c'est-à-dire l'équivalent du grès des Vosges, et que l'on peut encore réunir au permien. Mais nous ne les avons pas confondues avec lui ; leur position a été bien fixée et leur adjonction au permien proposée comme pouvant être encore sujette à discussion. Dans d'autres parties de notre ouvrage, nous faisons voir qu'en général ces couches sont concordantes avec le zechstein ou les grès et les marnes fossilifères qui le représentent, qu'en un point seulement sur la rivière Viatka (*Russia*, etc., p. 161), nous avons reconnu une discordance de stratification.

Dans les cartes et la légende, ce terrain est distingué avec soin du permien proprement dit, et dans le texte nous lui consacrons une description spéciale avec titres en italiques.

En distinguant ces couches de celles qui correspondent au zechstein, ce qui n'avait pas été fait avant nous en Russie, en les signalant ainsi aux explorateurs qui devaient nous suivre, nous croyons avoir été cause que beaucoup de géologues s'en sont occupés. MM. Wagner, Trautscholds, Ludwig et de Möller en ont fait une étude spéciale.

Malheureusement, au point de vue paléontologique, qui est le plus important, leurs efforts sont restés à peu près infructueux. Si, plus hardis que nous, la plupart d'entre eux voient dans cet étage l'équivalent du trias tout entier, nous avouons qu'ils ne nous ont pas entièrement convaincus, et que nous persistons à n'y voir que l'équivalent du grès vosgien et à croire que le véritable trias, ainsi que le lias, manque en Russie, excepté au mont Bogda, dans la steppe du Kirghiz, entre Orenbourg et Astrakan, où nous l'avons décrit.

M. le général de Helmersen paraît partager notre opinion, puisque dans la carte géologique de la Russie d'Europe qu'il vient de publier et que nous devons à son amitié, la couleur du terrain permien occupe plus d'étendue que dans les bons exemplaires de la nôtre (1).

Après avoir justifié le type permien des critiques qui lui ont été

(1) Nous nous empressons de reconnaître que la critique de M. Marcou sur le coloriage de notre carte est exacte. La teinte légère, indiquée dans le texte pour représenter l'étage supérieur au terrain permien proprement dit, se voit dans les premiers exemplaires, mais a été omise par le coloriste dans un grand nombre d'autres.

adressées, il nous reste à examiner la valeur et l'utilité de l'expression par laquelle M. Marcou prétend le remplacer.

L'idée principale qui, en 1859, a déterminé M. Marcou à prendre la plume, c'est que le trias et le terrain permien doivent être réunis comme les deux termes d'une grande période qui remplit l'intervalle entre le terrain houiller et le terrain jurassique. Aussi commence-t-il par ces mots : « *Je renferme le permien* » dans la période du nouveau grès rouge. Je sais que de bonnes » raisons, basées entièrement sur des considérations paléontologiques, ont été présentées par les géologues qui désirent placer » le permien dans le paléozoïque ; mais je pense que le mot *permien* est une expression très-impropre, du moins telle qu'elle » est donnée par Murchison pour les strates du gouvernement de » Perm (1). »

Ceci est le point capital, quoique notre honorable collègue nous paraisse y avoir moins insisté. Aujourd'hui, sir Roderick Murchison et nous-même y avons, je crois, suffisamment répondu dans les deux brochures publiées en 1861 et que nous prions nos collègues de vouloir bien relire, car on y trouvera la réponse à peu près à tout ce que vient de dire M. Marcou (2). Nous avons démontré que les ressemblances minéralogiques ne peuvent prévaloir contre les dissemblances paléontologiques. Nous avons prouvé surabondamment que le système permien est étroitement uni au système carbonifère, tant par des genres analogues, tels que *Palæoniscus*, *Conularia*, *Bellerophon*, *Productus*, *Phillipsia*, etc., que par des espèces identiques assez nombreuses.

Nous avons fait voir que le trias, au contraire, est le point de départ de nouveaux êtres, tels que les Oiseaux du Connecticut, les Ammonites à cloisons persillées du Tyrol, etc. Ou nous nous faisons illusion, ou, sur ce point, notre cause est gagnée depuis longtemps.

Mais, s'il en est ainsi, le mot *dias* est fort improprement choisi, précisément à cause de sa ressemblance avec le mot *trias*. C'est le premier point de vue sous lequel nous le critiquons ; mais nous lui adressons un reproche plus grave encore. Si, par sa désinence, il exprime un faux rapprochement et des rapports qui

(1) *Dyas et trias*, par M. J. Marcou, Genève, 1859.

(2) Murchison, *On the inapplicability of the new term Dias to the Permian group of rocks*, 1864. — Ed. de Verneuil, *Observations sur le même sujet* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., vol. XIX, p. 599).

n'existent pas, il n'en est pas moins impropre par l'idée de dualité qu'il renferme.

Nous savons qu'en Allemagne les dépôts compris entre le terrain houiller et le trias se composent en effet de deux étages, l'un marin et l'autre d'eau douce ou d'estuaire. Aussi comprenons-nous que le mot proposé par M. Marcou ait pu séduire MM. Geinitz et Ludwig, et qu'à cette savante monographie que nous admirons autant que notre honorable adversaire, ils aient donné pour titre : *Dyas oder die Zechsteinformation und das Rothliegende*.

Mais, en Russie, nous avons prouvé que le système permien ne forme qu'un seul ensemble très-complexe, composé de conglomérats, de grès, de sables, de marnes, de dolomies, de gypse, de sel, etc., en un mot de couches différentes, entrelacées de manière à varier à de petites distances, plus arénacées à l'est et plus calcaires à l'ouest, à mesure qu'on s'éloigne de l'Oural. Ce terrain, en général marin, a été déposé dans le voisinage des côtes et sous l'influence de cours d'eau ou d'affluents transportant des débris de végétaux, qui, de même que le cuivre, sont répandus à travers toute la masse. A deux niveaux différents on y trouve la trace de dépôts d'estuaire avec *Unio* : 1° sur la rivière Kidash, gouvernement d'Orenbourg, *au-dessus du zechstein* (*Russia and Ural*, I, p. 155), et 2° à Gorodok, sur la rivière Tchussovaya, à la base de tout le système. Ces *Unio* sont mêlées avec des empreintes de plantes. C'est dans ce dernier niveau que M. Ludwig a trouvé à Kungur, sur la route de Perm à Ékatherinenbourg, une *Paludine*, un *Planorbe* et une *Unio*, tous les trois de petite taille. Cette découverte lui a fait penser qu'en Russie, comme en Allemagne, le système permien était composé de deux étages, l'un d'eau douce, qu'il appelle limnique, et l'autre marin, qu'il assimile au *zechstein*.

Mais depuis lors M. de Möller, chargé par le gouvernement russe d'étudier spécialement le terrain permien et les dépôts rouges qui le couronnent, a découvert dans ces mêmes couches plusieurs espèces de fossiles marins. Il a communiqué son travail à la Société géologique de Berlin et à celle de France, et n'a fait imprimer dans notre *Bulletin* qu'un très-court extrait où on lit (1) : « Il résulte des recherches de M. de Möller que le *dyas*, » comme M. Ludwig l'a représenté, n'existe pas du tout en » Russie; on n'y trouve que des dépôts marins, soit sous forme de

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., vol. XXII, p. 518.

» calcaire ou de dolomie, soit sous celle de grès, de conglomérats
» et de marnes qui sont souvent contemporaines.

» Dans le calcaire de Kungur que M. Ludwig a considéré
» comme une formation d'eau douce, M. de Möller vient de dé-
» couvrir des échantillons complets de *Clidophorus Pallasi*, Vern.,
» associés avec la *Terebratula elongata*, Schl., le *Pinus Auerbachi*,
» Ludw., et la *Conferva Renardi*, Ludw., ce qui démontre abso-
» lument l'origine marine de ce dépôt qui ne contient des plantes
» terrestres que parce qu'il s'est formé dans le voisinage d'un
» continent (l'Oural) et d'une quantité d'îles formées par les cou-
» ches soulevées du système carbonifère. »

Nous n'ajouterons qu'un mot pour démontrer que de haut en bas le terrain permien est de formation marine. D'après les recherches de Pander, l'infatigable et illustre naturaliste que nous venons de perdre, le *Productus Cancrini*, l'une des espèces les plus caractéristiques de la partie supérieure du système permien, descend jusque dans les grès d'Artinsk, placés par nous à la partie supérieure du terrain carbonifère (1), et, par suite de cette découverte, les géologues russes les font rentrer dans le système permien. S'il doit en être ainsi, comme les grès d'Artinsk contiennent un grand nombre d'Orthocères, de Nautilés et surtout de Goniatites que nous avons décrites (2), ils donneront à la base du système permien un caractère encore plus franchement marin.

Le type permien, tel qu'il se présente en Russie, nous offre donc un dépôt, généralement arénacé et marneux, dans lequel, à plusieurs époques et sur certains points, se sont développés des calcaires et des gypses accompagnés de sel et de soufre, etc., dépôt que l'on peut considérer plutôt comme un seul système que comme divisible en deux ou plusieurs étages. Les calcaires supérieurs comparables au zechstein, tels que ceux de Gnebenis, Mettvisal, Kazan, Arzamas, etc., ne sont pas constants ; ils sont remplacés, dans certaines contrées, par des marnes plus ou moins fossilifères, alternant avec des grès. Les fossiles marins, plus abondants vers la partie supérieure de ce grand système, descendent cependant jusqu'en bas, comme pour en démontrer l'unité.

M. Marcou nous reproche encore d'avoir choisi le type d'un terrain dans un pays éloigné, où les voyages sont difficiles ; mais

(1) *Russia and Ural*, vol. I, p. 429.

(2) *Ibid.*, vol. II, p. 373 et suiv.

nous ne l'avons pas choisi, nous l'avons pris là où la nature l'avait placé.

Nulle part, en effet, les couches de cet âge n'occupent d'aussi vastes espaces et ne se sont déposées dans des conditions plus régulières, plus tranquilles, plus normales, dans une mer plus ouverte et par conséquent soumise à des lois plus générales. Le système permien n'occupe pas seulement la plus grande partie de l'ancien royaume de Perm ; il s'étend encore dans les gouvernements d'Orenbourg, de Vologda, d'Arkangel, de Nijni-Novgorod, de Kostroma, etc. Il est souvent caché, vers le centre, par le dépôt rouge supérieur que nous avons appelé *upper red sandstone* et comparé au grès des Vosges ; mais sa réapparition, sur les bords du bassin, démontre qu'il est continu sur un espace beaucoup plus grand que la France, et qu'à lui seul il dépasse en étendue tous les bassins permien réunis de l'Europe.

En résumé donc, le type permien ne mérite pas les critiques qui lui ont été adressées. Il ne peut induire et n'a induit, nous le croyons, personne en erreur. Il a été admis par tous les géologues français et anglais et par une partie des allemands, accepté aussi par les américains qui ont su très-bien le reconnaître dans les régions du *far west* et le distinguer du trias (1).

Si nous avons essayé d'y faire rentrer les couches rouges qui le couronnent, nous les avons décrites à part, comme représentant le grès des Vosges, et nulle confusion n'est possible, quand on lit l'ouvrage où le type a été établi (*Russia and Ural*).

L'expression de *dias*, au contraire, a deux graves inconvénients.

Le *premier*, d'exprimer, par sa désinence, qu'il y a entre le terrain qu'il désigne et le trias des affinités qui, en réalité, n'existent pas et que M. le professeur Geinitz est le premier à rejeter.

Le *second*, d'indiquer que les dépôts, compris entre le terrain carbonifère et le trias, sont, dans l'état actuel de nos connaissances, divisibles en deux étages et le seront encore à mesure que nous avancerons dans l'étude de la Terre. Or, nous avons démontré, par nos propres recherches et celles de M. de Möller, que, dès à présent, cette assertion n'est pas exacte pour la Russie. Nous pouvons en dire autant de l'Angleterre, en nous appuyant sur sir Roderick Murchison et sur M. Binney, et ajouter que, même en Allemagne, la division en deux étages cesserait d'être exacte le

(1) Voy. à ce sujet notre note déjà citée : *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., vol. XIX, p. 599.

jour où l'on trouverait dans la partie inférieure du grès bigarré l'équivalent du grès des Vosges et jusqu'à présent sans fossiles, quelques espèces caractéristiques du système permien (1).

Enfin, quant à l'avenir, nul ne peut savoir comment se comportera le système permien dans les contrées encore inexplorees, et dès lors n'est-il pas contraire à la véritable méthode philosophique et aux progrès de la science d'énoncer, par le nom même du terrain, qu'il sera toujours possible de le diviser en deux étages? L'exemple de ce qui est arrivé pour les divisions de la craie, si souvent retouchées, prouve suffisamment qu'il faut, sous ce rapport, laisser aux développements de la science toute la liberté possible.

M. de Mortillet communique les observations suivantes de M. Carl Vogt :

Notre collègue, M. le professeur Carl Vogt, pendant un voyage qu'il vient de faire en Italie, a étudié quatorze crânes anciens. Ces crânes peuvent se diviser en deux types bien distincts : le type ligure, à tête ronde, petite, paraissant le plus ancien, et le type étrusque, à tête plus allongée, plus forte, venu probablement après l'autre. Un seul crâne s'éloigne des deux types précédents. Il est très-ancien, puisqu'il a été trouvé, dans l'argile plastique bleue d'une vallée latérale de l'Arno, associé à des os d'Éléphant et d'autres espèces éteintes. Ce crâne, réduit à la calotte seulement, a été déposé par M. le professeur Cocchi dans le Musée de Florence. Il est énorme, ayant 197 millimètres de longueur absolue, donc 2 centimètres de plus que le plus grand crâne étrusque. Il est comparativement large. Vu d'en haut, il rappelle beaucoup le fameux crâne du Neanderthal, surtout dans la partie postérieure, où les contours se couvrent presque exactement ; mais il en diffère beaucoup par le développement du front, qui se rattache au type ligure. « Non-seulement, écrit M. Vogt, ce crâne diffère

(1) En sortant du domaine de la Russie, on pourrait faire voir que les motifs trouvés, il y a vingt-cinq ans, pour l'établissement du système permien, ont été corroborés par les études ultérieures d'un des auteurs. Les mémoires de sir Roderick Murchison résumés dans la 2^e édition de *Siluria* et celui de 1863 sur la Bohême (*Quart. Journ.*, vol. XIX, p. 297) sont venus justifier un classement qui ne reste plus isolé à l'extrémité de l'Europe et qui rentre dans le domaine géologique de l'Europe centrale.

de tout ce que j'ai vu en Italie, mais je ne connais rien de semblable dans toute la crâniologie ancienne. »

M. Daubrée lit la lettre suivante de M. Boué :

Vienne, le 6 janvier 1866.

Mon cher monsieur,

Je crois devoir vous communiquer que M. Hochstetter a présenté à l'Académie, avant-hier, des échantillons de l'Eozoon dans du calcaire grenu serpentineux de Krummau, en Bohême. Ces échantillons provenant des rochers du château de ce lieu, quoique imparfaits, ont été reconnus par Carpenter comme contenant l'Eozoon et ses tubulures caractéristiques. De plus, il paraît que ce fossile existe aussi dans d'autres calcaires semblables de Bohême ou de la chaîne dite le *Bœhmerwaldgebirge*, car M. Gumbel l'a aussi découvert dans cette chaîne. M. Hochstetter prétend que, au-dessous de ce primaire de schistes cristallins paléozoïques, il y a toujours en Bohême au moins une épaisseur de mille pieds de schistes cristallins, de gneiss surtout, sans aucune lentille ou couche calcaire, tandis que, dans le nord de l'Amérique ou du moins dans sa partie orientale, le laurentien paléozoïque serait la formation la plus ancienne. Hochstetter croit aussi avoir découvert d'autres espèces de fossiles dans des gneiss ou calcaires grenus sous forme de lentilles ou concrétions.

D'après ces découvertes, je n'ai plus que peu de doute que de semblables découvertes seront faites, non pas seulement dans les calcaires grenus des schistes cristallins des Alpes, par exemple, sur le versant sud du Simplon, etc., dans les Tauern du Salzbourg, dans le Despotodagh (à Rilo) dans les Pyrénées, etc., mais surtout dans les Grampians de l'Écosse, comme, par exemple, dans les calcaires grenus serpentineux et à grammatite de Glentilt, dans le calcaire de l'île de Tirey (voy. *Essai sur l'Écosse*, 1820, p. 47-50), dans les calcaires graphiteux sublamellaires d'Inverary, et entre ce point et Obun, etc., etc. Le graphite de cette époque indique la présence de plantes quelconques, probablement marines, comme le présume aussi Hochstetter.

Ainsi s'évanouissent ces théories sur la formation des gneiss et des micaschistes, ainsi que du calcaire grenu, sous la forme de laves ou de dykes, et se confirment, au contraire, les idées de leur métamorphisme, comme le voulait Hutton et comme nous l'avons présumé avec le docteur Macculloch dès 1822 (*J. de physique*,

vol. 94). Nous pensons même que Hochstetter va peut-être trop vite en croyant avoir découvert un véritable primaire azoïque; car, d'après nous, le premier état de la surface terrestre, en partie un peu refroidie et rigide, aura dû ressembler à celle de notre lune, et les mouvements des eaux, ainsi que leurs courants inévitables vu la rotation du globe, etc., auront accumulé des alluvions sur les bords ou sur une partie du fond d'immenses cratères. Or, les lieux où la température était élevée, ni plantes, ni animaux n'auront pu y vivre, et, cependant, il y a pu se faire des dépôts de matière inorganique qui se seront métamorphosés peu à peu. Ailleurs, où la chaleur était moins grande, plantes et animaux ont pu exister, et du graphite et du calcaire ont pu se former. Le métamorphisme aurait été, dans tous les cas, un procédé chimique lent, longtemps continué, et sous une certaine pression. D'une autre part, l'existence d'animaux dans les calcaires grenus, dits jadis primitifs, semble indiquer des mers peu profondes.

Au sujet de l'Eozoon, M. de Verneuil dit que M. William King, professeur à Galway (Irlande), pense qu'il n'y a rien d'organique dans ce que l'on a nommé *Eozoon canadense*.

M. Marcou dit avoir vu les échantillons à Montréal en 1864. Au point de vue zoologique, il ne saurait se prononcer; c'est aux micrographes à donner leur opinion; mais, quant à leur position dans la série stratigraphique, il pense que les Paradoxides de Braintree, près de Boston et de la pointe Sainte-Marie à Terre-Neuve, ainsi que les Palæotrochis de la Caroline du Nord, sont beaucoup plus anciens.

M. Hébert demande à M. Marcou si le système laurentien où a été trouvé l'Eozoon est considéré par lui comme plus nouveau que celui qui renferme les Paradoxides.

M. Marcou répond que les terrains laurentien et huronien ont été créés aux dépens du terrain taconique de feu Emmons, et qu'il traitera prochainement cette question, aussitôt après le retour de M. Barrande, à qui il a soumis tous les fossiles qu'il a recueillis dans le taconique américain.

M. Jacquot croit devoir signaler à la Société les inconvénients qui peuvent résulter de l'insertion, sans contrôle, dans son *Bulletin* de certains renseignements industriels. Le cahier qui

renferme le compte rendu de la séance du 15 mai 1865 ayant été tout récemment distribué, ce n'est pas sans surprise qu'il a vu, dans une note de M. le docteur Garrigou sur le bassin de l'Ariège, l'existence du terrain houiller et de la houille en gîtes puissants affirmée, non-seulement dans le département de ce nom, mais encore dans celui des Basses-Pyrénées. En ce qui touche l'Ariège, il y a lieu d'attendre, pour se prononcer, que M. Garrigou ait fait connaître les faits sur lesquels il appuie son assertion ; mais, pour les Basses-Pyrénées, M. Jacquot tient à déclarer de suite que l'affirmation repose sur la plus étrange confusion. Ce qui a été donné en effet pour une couche de houille de 5 mètres de puissance enclavée dans la formation carbonifère n'est autre chose qu'un gîte d'anthracite des mieux caractérisés qui se montre au milieu du terrain de transition, au sud du Pic du Midi d'Ossau, dans la commune espagnole de Salient. Un semblable gîte existe également dans la partie occidentale de la chaîne, à Hautely, territoire de Sare, et l'on en trouve aussi des traces dans l'Ariège. En résumé, l'anthracite accompagne avec assez de constance le terrain dévonien, qui est, comme on sait, très-développé dans les Pyrénées ; il y forme, non des couches suivies, mais de simples lentilles toujours peu étendues dans le sens des affleurements. Pour faire cesser toute incertitude, tant sur la nature du combustible, que sur la place qu'il occupe dans la série géologique, M. Jacquot se propose de soumettre prochainement à la Société une note renfermant les résultats de ses observations sur les gîtes d'anthracite des Pyrénées ; mais il croit devoir dès aujourd'hui, en les déclarant mal fondées, s'opposer à ce qu'on puisse tirer parti des assertions de la note de M. Garrigou.

Ce n'est point d'ailleurs pour la première fois que ces assertions se produisent, car, avant de prendre place dans le *Bulletin*, elles avaient circulé, sous forme manuscrite, et donné lieu à de vastes projets de recherches qui ont dû être abandonnés, aussitôt que les faits ont été mieux connus. Il y a donc un intérêt réel à ce que ceux-ci soient rétablis dans leur exactitude, en vue de prévenir les conséquences fâcheuses que l'on pourrait tirer de l'annonce dans le *Bulletin* de la Société géologique de l'existence dans un de nos départements

pyrénéens d'une couche de houille ayant une puissance de 5 mètres.

M. Jacquot ajoute que jusqu'ici aucun observateur ne peut se prévaloir d'avoir rencontré le terrain houiller sur le versant septentrional des Pyrénées. Faut-il en conclure avec M. Leymerie, dont l'opinion se trouve rappelée dans la note de M. Garrigou, que la partie française de la chaîne est dépourvue de houille et même de terrain houiller? Il ne le pense pas, car, ce terrain existant sur le revers espagnol, à San-Juan de los Abadesas, en Catalogne, où il donne lieu à une exploitation de houille d'une certaine importance, rien n'autorise à contester *à priori* son existence sur le revers opposé. D'un autre côté, la géologie de la chaîne des Pyrénées est encore tellement obscure et présente tant de lacunes, qu'on ne peut, pour soutenir la négative, tirer un argument des connaissances acquises. La rencontre du terrain houiller dans cette chaîne serait certainement, pour tout le sud-ouest, un événement de la plus grande importance. Mais si elle doit un jour avoir lieu, ce ne sera qu'à la suite d'études stratigraphiques sérieuses et dans lesquelles on ne fera pas intervenir, à tout propos et sans aucune preuve, des systèmes de montagnes dont l'existence dans l'intérieur de la chaîne est, jusqu'ici, très-problématique.

M. Ed. Lartet dit qu'on lui a présenté un fruit qui fut jugé houiller par M. Ad. Brongniart. Ce fruit provenait des alluvions de la Garonne; M. Garrigou en a eu connaissance, et peut-être que ce fait a exercé quelque influence sur les raisons qu'il a données en faveur de l'existence du terrain houiller.

M. Hébert dit avoir recueilli à Cierp, près de Saint-Béat, au-dessus des calcaires à Goniatites du dévonien supérieur, des nodules noirs paraissant appartenir à des fruits. Ces nodules se trouvent dans un lit mince servant de base aux grès rouges de cette localité. Ainsi que M. Jacquot, il ne croit pas qu'il y ait place, dans cette localité comme dans beaucoup d'autres des Pyrénées, pour un véritable terrain houiller, mais il ne voudrait pas généraliser cette observation.

Séance du 5 février 1866.

PRÉSIDENTE DE M. ED. LARTET.

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

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, janvier 1866; in-4.

De la part de M. Boucher de Perthes, *Rien ne naît, rien ne meurt, la forme seule est périssable*, in-48, 18 p.; Paris, 1865; chez Derache.

De la part de M. T. A. Catullo :

1° *Delle miniere delle Alpi Venete e principalmente di quelle del Bellunese*, in-8, 25 p.; Venise, 1860; chez Antonelli.

2° *Discorrimenti sopra alcuni importanti fatti geognostico-paleozoici*, in-8, 20 p.; Venise, 1864; chez Antonelli.

3° *Sopra le scoperte del chiaro uomo Sig. dr Lioy fatte sul lago di Fimon presso Vicenza*, in-8, 16 p.; Venise, 1865; chez Antonelli.

De la part de MM. F. L. Cornet et A. Briart, *Note sur la découverte dans le Hainaut, en dessous des sables rapportés par Dumont au système landénien, d'un calcaire grossier avec faune tertiaire*, in-8, 32 p., 1 pl.; Bruxelles,.....; chez Hayet.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, in-8; janv. 1866; Paris.

De la part de M. Munier-Chalmas, *Note sur quelques espèces nouvelles du genre Trigonina*, in-8, 8 p., 1 pl.; Caen, 1865; chez F. Le Blanc-Hardel.

De la part de M. J. J. d'Omalius-d'Halloy, *Note sur la classification des connaissances humaines*, in-8, 7 p., 1 tableau; Bruxelles,.....; chez Hayet.

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

20

De la part de M. L. Vaillant, *Recherches sur la famille des Tridacnides*, in-4, 109 p., 5 pl.; Paris, 1866; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. A. Viquesnel, *Coup d'œil sur quelques points de l'histoire générale des peuples Slaves et de leurs voisins les Turcs et les Finnois*, in-8, 91 p.; Lyon, 1865; chez Pinier.

De la part de M. G. B. Ronconi, *G. Arduino e le miniere della Toscana*, in-8, 15 p.; Padoue, 1865; chez S. Prosperini.

De la part de M. Weitenweber, *Sur la défense des colonies de M. Barrande*, Prague et Paris, 1865. III. — in-8, 1 pl.; Prague, 1865; chez E. Grègr.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, n^{os} 4 et 5, in-4.

Bulletin de la Société de géographie, déc. 1865, in-8.

L'Institut, n^{os} 1673 et 1674; 1865; in-4.

Réforme agricole, janv. 1866; in-4.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., déc. 1865, in-8.

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, t. IV, 2^e cahier; in-8.

The quarterly Journal of the geological Society of London, nov. 1865; in-8.

The Athenæum, n^{os} 1996 et 1997; 1866; in-4.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, nov. 1865; in-8.

Abhandlungen der K. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1863 et 1864; in-4.

Sitzungsberichte der K. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, année 1864; in-8.

Acta Universitatis Lundensis; Mathém., hist. nat., philosophie, philologie et histoire, 2 vol. in-4; Lund, 1864-1865.

M. Viquesnel fait hommage à la Société d'une notice intitulée : *Coup d'œil sur quelques points de l'histoire générale des peuples Slaves et de leurs voisins les Turcs et les Finnois*, 6 feuilles grand in-8, Lyon 1865 (extr. des *Mém. de l'Acad. I. de Lyon*, classe des lettres).

Ce travail, ajoute M. Viquesnel, est le fruit de l'étude con-

sciencieuse des sources nationales sagement interprétées par la critique sérieuse moderne. Il renferme le résumé des principes d'enseignement historique qu'il a développés, avec le concours de M. Duchinski, dans l'appendice I^{er} du tome I de son *Voyage dans la Turquie d'Europe*. Le but de ces recherches est de signaler les erreurs nombreuses qui se sont glissées dans l'enseignement de l'histoire des peuples Slaves et de leurs voisins, les Moscovites ou Grands-Russes. Contrairement à l'opinion la plus généralement répandue, ces derniers sont, d'après l'auteur, d'origine touranienne (finnoise dans le nord, turque dans le sud); et, dit en terminant M. Viquesnel, la petite minorité des Moscovites (environ un tiers) a commencé à parler une langue slavone vers le milieu du XII^e siècle ou la première moitié du XIII^e, la grande majorité aux XVI^e, XVII^e et XVIII^e siècles, après les conquêtes sur les Tatars des tsarats de Kazan (1552), d'Astrakhan (1557) et de Nogaï.

M. Daubrée annonce en ces termes la mort très-regrettable de M. Forchhammer :

La Société géologique vient de perdre l'un de ses membres étrangers les plus distingués dans la personne de M. Jean-Georges Forchhammer, professeur de minéralogie et de géologie à l'Université de Copenhague, professeur de chimie à l'École polytechnique et directeur de cette école, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Copenhague, conseiller d'État, etc., qui est mort à Copenhague, le 14 mai 1865, à l'âge de soixante et onze ans.

On sait que M. Forchhammer a donné une carte géologique du Danemark, accompagnée d'une description de ce pays (1837); il a trouvé les preuves de divers changements de niveau, exhaussements ou affaissements, que le niveau du sol du Danemark a subis depuis les temps historiques.

La description géologique des îles de Feroë comprend une étude approfondie des minéraux et roches de ces îles remarquables. L'un des premiers, il chercha avec précision, comme M. Berthier avait déjà commencé à le faire, les changements qu'ont subis des roches feldspathiques en se changeant en kaolin (1835).

L'étude des couches de dolomie qui sont déposées dans l'étage supérieur de la craie à Feroë lui suggéra sur la formation de la dolomie une idée théorique neuve, qu'il poursuivit et appuya,

comme l'exigeait toujours la rigueur de son esprit, par de nombreuses expériences.

Dans le but d'étudier les circonstances générales que présente la salure de l'Océan, il fit recueillir dans toutes les régions du globe et à diverses profondeurs de nombreux échantillons d'eau de mer qu'il soumit à une analyse complète. Ce sont des documents qui n'intéressent pas moins la physique du globe que la géologie.

Les ingénieuses expériences de M. Forchhammer, sur l'influence qu'a le sel marin à de hautes températures sur la formation des minéraux, ont fait connaître des faits remarquables qui n'ont pas moins d'importance pour le géologue que pour le minéralogiste.

La longue et remarquable série de travaux dont la science est redevable à M. Forchhammer montre l'étendue et la solidité de ses connaissances, en même temps que l'élévation et la sagacité de son esprit. D'ailleurs, sa modestie, le charme de son caractère, son cœur affectueux, sont appréciés de ses nombreux amis.

M. le Président communique une lettre de M. Garrigou qui annonce la mort de M. Louis Martin, jeune ingénieur des mines, membre de la Société.

Le Secrétaire lit une lettre adressée à M. le Président par M. Jardin, de Rochefort, qui offre à la Société des échantillons du *Surtarbrandur* d'Islande, et lui propose d'envoyer une notice au sujet de ce bois fossile.

L'offre de M. Jardin est acceptée, et le Secrétaire est prié de lui adresser des remerciements.

M. Cornet, membre de la Société, annonce l'envoi d'une notice sur une récente découverte qu'il a faite dans le Hainaut avec M. Briart (voy. la *Liste des dons*).

Cette découverte consiste dans la reconnaissance au-dessous du territoire de Mons, au moyen de puits et de sondages, d'une assise de calcaire grossier jaunâtre de 80 à 100 mètres de puissance, recouverte entièrement par les sables glauconifères landéniens de Dumont, et que MM. d'Omalius d'Halloy et Dewalque ont désignée sous le nom de *calcaire grossier de Mons*. Un puits foré dans la profondeur de cette assise aurait fourni environ 200 espèces de fossiles en partie nouvelles et en partie identiques avec les fossiles déjà reconnus dans le calcaire grossier du bassin de Paris.

Il résulterait donc de cette découverte, suivant M. Cornet, que les concordances entre les étages tertiaires de France et de Belgique n'auraient pas été bien établies, ou, suivant MM. d'Omalus et Dewalque, qu'il existait en Belgique, avant le dépôt des couches tertiaires les plus inférieures de France, une faune marine dont certaines espèces se sont répandues dans les mers qui, plus tard, ont recouvert la contrée.

MM. d'Archiac, Hébert et Deshayes prennent successivement la parole pour faire observer qu'avant de se prononcer sur la question soulevée par M. Cornet il convient d'attendre de nouvelles observations, et particulièrement de voir les fossiles qui ont été trouvés.

M. Sæmann annonce que M. Cornet viendra prochainement mettre ces fossiles sous les yeux de la Société.

M. Hébert communique une lettre de M. Toucas, du Beausset (Var).

M. Toucas annonce que d'après l'examen des fossiles qu'il a recueillis dans les montagnes dominant les gorges d'Ollioules, et notamment dans le calcaire du chaînon du grand Cerveau, ce calcaire appartiendrait au 8^e étage de la série jurassique et au 14^e corallien, d'Alc. d'Orbigny, en reposant sur le muschelkalk, et non pas au calcaire à *Chama*, ainsi que l'ont cru bien des géologues.

M. Hébert communique la note suivante de M. Dieulafait :

Première note sur la formation infra-liasique dans le midi de la Provence ; par M. Louis Dieulafait.

En 1859, M. Jaubert publia un travail très-intéressant, intitulé : *Essai sur la constitution géologique des terrains du littoral, entre Saint-Nazaire et Bandol, etc.* (1). Dans la séance du 18 novembre 1861, M. Hébert communiqua à la Société géologique de France un travail dont l'importance est encore très-loin d'être bien connue aujourd'hui en dehors de la Provence, et qui avait pour titre : *Du terrain jurassique de la Provence ; sa division en*

(1) Draguignan, imprimerie Gimbert et *Bulletin de la Société d'études scientifiques et archéologiques de la ville de Draguignan*, t. II, 1858-59.

étages; son indépendance des calcaires dolomitiques associés aux gypses (1). Dans la séance du 20 avril 1863, M. Coquand fit présenter à la Société géologique une note intitulée : *Sur l'existence des assises à Avicula contorta dans les départements du Var et des Bouches-du-Rhône* (2).

M. Jaubert ne parlait ni des marnes irisées, ni de l'infra-lias, ni du lias inférieur, et, pour lui, le lias moyen succède directement au muschelkalk.

M. Hébert accepta, en ce qui touche le lias inférieur et l'infra-lias, la manière de voir de M. Jaubert, sans chercher à la contrôler, et porta surtout son attention sur l'oolite inférieure, la grande oolite et la partie moyenne du terrain jurassique. Il montra de la manière la plus évidente que le terrain jurassique de la Provence, considéré jusque-là comme anormal, ou même n'existant que très-imparfaitement, était, au contraire, très-bien représenté dans le midi de la France. Il fit voir surtout que la grande oolite de Provence présentait d'une manière très-nette les trois divisions principales de la grande oolite du bassin de Paris, et qu'elle en reproduit jusqu'aux caractères minéralogiques.

M. Coquand protesta immédiatement contre les conclusions de M. Hébert. Plus tard, il examina les lieux, objet de la contestation, et il découvrit dans la basse Provence la lumachelle infra-liasique avec *Avicula contorta*. Guidés par M. Coquand, les membres de la Société géologique de France qui, en 1864, se sont rendus à la Réunion extraordinaire de Marseille, ont pu observer cette couche fossilifère à la Vallette et à Solliès.

La découverte de l'*Avicula contorta* établissait d'une manière incontestable l'existence de l'infra-lias dans le département du Var et dans celui des Bouches-du-Rhône. Mais M. Coquand veut trouver dans les dolomies et les cargneules inférieures ou lias moyen fossilifère l'équivalent de l'infra-lias et du lias inférieur, tandis que M. Hébert continue à penser que le lias inférieur fait complètement défaut dans le département du Var.

Nous apporterons bientôt au débat des pièces nombreuses qui, nous l'espérons du moins, permettront de trancher définitivement cette importante question. Sans entrer aujourd'hui dans cet ordre d'idées, nous voulons seulement montrer dans cette note que les bases sur lesquelles s'appuie M. Coquand pour étayer son argu-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XIX, p. 400.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XX, p. 426.

mentation, sont loin d'être aussi solides que le suppose le savant géologue.

Citons d'abord quelques passages du travail de M. Coquand :

Page 426.... « Je me suis constamment efforcé dans diverses » publications déjà anciennes, dans mes leçons, et notamment au » mois de janvier dernier, en présence de la Société d'émulation » de la Provence, de démontrer que la série jurassique était aussi » complète dans le midi que dans le nord de la France, et que » la grande difficulté pour en bien délimiter les étages tenait à » l'absence presque absolue de fossiles au sein de grandes masses » calcaires et dolomitiques qui se succèdent à différents niveaux.

« *Mon avis était que M. Hébert avait eu tort d'attribuer aux marnes irisées seules, dans le département du Var et des Bouches-du-Rhône, le puissant système de dolomies et de cargneules qui s'interposent entre les gypses keupériens d'un côté et le lias moyen, avec Pecten æquivalvis, de l'autre.* »

Page 427.... « Pour le cas plus spécial qui me préoccupe en ce » moment, je dirai que, si jamais j'avais pu hésiter un instant, je » n'aurais pas balancé, tant étaient démonstratives les coupes du » travail précité de M. Hébert, à reconnaître dans les dolomies de » la basse Provence supérieures au keuper les équivalents sans » fossiles de l'infra-lias et du lias inférieur des environs de Digne, » et cela, parce que je trouvais entre deux horizons communs des » épaisseurs à peu près égales, une position identique. »

Page 430.... « M. Hébert a constaté que, dans les environs de » Digne, l'étage des marnes irisées se présente avec une puissance » de 100 mètres, et qu'il est recouvert presque immédiatement » par les calcaires et les schistes à *Avicula contorta* avec le *bone-bed* » à la base. L'infra-lias, dont il détaille tous les accidents, se conti- » nue au-dessus avec une puissance de 83^m, 10. Enfin, le lias infé- » rieur ou calcaire à Gryphées arquées a une épaisseur de 43 mè- » tres, ce qui donne en tout 126 mètres pour ces deux termes de » la formation liasique. »

Page 431.... « Le cap de Portissol, au sud de Saint-Nazaire, » est constitué en grande partie par le muschelkalk qui recouvre » le grès bigarré à la pointe de Baou-rouge. M. Jaubert y a re- » cueilli le *Gervillia socialis* et le *Terebratula vulgaris*. Le muschel- » kalk, dont les couches sont presque verticales, supporte, à l'ex- » trémité méridionale de la baie de Portissol, un ensemble assez » puissant de marnes bariolées entremêlées de cargneules rou- » geâtres, dont la vivacité des teintes attire le regard d'assez loin. » Ces marnes appartiennent au keuper, et ont, suivant M. Jau-

» bert, une puissance de 185 mètres. Vers l'extrémité opposée de
 » la baie, les marnes irisées se terminent par des argiles grisâtres
 » mêlées de couches minces de grès micacé, lesquelles admettent
 » quelques bancs d'un calcaire compacte gris, à cassure conchoïde,
 » irréguliers dans leurs allures, et remplis d'une quantité innom-
 » brable de fossiles qui, malheureusement, font corps avec la
 » pâte, et peuvent difficilement en être détachés... J'y ai recueilli
 » plusieurs exemplaires de l'*Avicula contorta*. »

« Le calcaire à *A. contorta* ne dépasse pas 2 mètres. »

« Mais, ce qui nous importe le plus de relever ici, c'est moins
 » la richesse de la faune que la position qu'occupe le calcaire qui la
 » contient, ainsi que la signification que lui donne la présence de
 » l'*A. contorta* et du *Spondylus liasinus*, puisqu'elle affirme si net-
 » tement la base de l'infra-lias de l'Allemagne, de l'Italie, de la
 » Savoie, de la France et de l'Angleterre. »

« Ce fait bien établi, il s'ensuit, comme conséquence néces-
 » saire, que toutes les assises supérieures à cet horizon ne sau-
 » raient être rangées dans les marnes irisées, et que, dès lors, il y
 » a lieu de repousser d'emblée les conclusions de M. Hébert qui
 » enlèvent au littoral le bénéfice de posséder le lias inférieur et
 » l'infra-lias. »

« Des dolomies grisâtres en couches auxquelles succèdent
 » des cargneules à larges cloisons et que recouvrent d'autres
 » dolomies grisâtres, le tout atteignant une puissance de 150 mè-
 » tres, s'interposent entre les assises à *Avicula contorta* et le lias
 » moyen à *Pecten œquivalvis*. »

« Comme nos recherches ont été infructueuses pour découvrir
 » un seul fossile dans le grand système dolomitique.... « En l'ab-
 » sence de toute indication paléontologique, rapportons-nous-en
 » aux épaisseurs et admettons que celle de 150 mètres que l'on re-
 » connaît aux dolomies supra-keupériennes, dans les environs de
 » Saint-Nazaire et de Solliès, correspond aux 126 mètres des cal-
 » caires et des marnes supra-keupériennes des environs de Digne ;
 » or, puisque les dolomies du littoral ont le même toit et le même
 » mur, c'est-à-dire le lias moyen et les bancs à *Avicula contorta*,
 » que les calcaires et les marnes fossilifères des Basses-Alpes, et
 » que ces derniers représentent incontestablement l'infra-lias et le
 » lias inférieur, on nous fera bien la concession d'admettre avec
 » nous que les dolomies de Saint-Nazaire représentent à la fois,
 » et l'infra-lias et le lias inférieur ; les seules différences se tradui-
 » sent par un changement dans le caractère pétrographique,
 » accident assez fréquent dans l'histoire des terrains d'origine sédi-

» mentaire, et dont on n'invoque plus guère l'autorité aujourd'hui. »

Nous avons dû faire cette longue citation du mémoire de M. Coquand, car mes recherches dans les lieux mêmes étudiés par M. Jaubert et par M. Coquand m'ont conduit à des résultats si éloignés de ceux de ces deux géologues, qu'il était absolument nécessaire de bien établir les points précédents avant d'apporter nous-même le résultat de nos propres investigations; c'est qu'il ne s'agit pas ici, comme on vient de le voir, de connaître plus ou moins complètement une petite partie du rivage méditerranéen; la question présente une valeur de premier ordre, puisqu'il s'agit de savoir si le lias inférieur existe ou n'existe pas dans la partie méridionale de la Provence.

Quand on examine les opinions si complètement opposées soutenues actuellement par les géologues au sujet des relations de l'infra-lias avec les étages qui le précèdent et avec ceux qui le suivent, on comprend l'importance capitale qu'aura le fait de la suppression complète du lias inférieur dans tout le midi de la Provence, si ce fait vient à être bien établi. Cette discordance complète par *manquement d'un étage* serait certainement ce qui aurait été constaté jusqu'ici de plus important pour arriver à établir les véritables affinités géologiques de l'infra-lias.

C'est surtout sur la coupe de la Crête donnée par M. Jaubert que M. Coquand s'est appuyé pour combattre les idées de M. Hébert, et pour admettre, contrairement à l'opinion du savant professeur de la Sorbonne, que l'infra-lias et le lias inférieur existent dans le midi de la France. En ce qui touche l'infra-lias, la question est, nous le savons, parfaitement décidée. M. Coquand a eu le mérite et l'honneur de découvrir au bord de la Méditerranée la lumachelle à *Avicula contorta*. En est-il de même pour le lias inférieur ?

M. Coquand prend, pour appuyer son argumentation, les nombres donnés par M. Jaubert sans que rien laisse soupçonner dans le travail de M. Coquand que l'exactitude et la signification de ces nombres puissent être mises en doute. Nos recherches dans les lieux mêmes explorés par M. Jaubert nous ont conduit, comme on va le voir, à des résultats positifs, profondément différents de ceux de ce géologue.

D'après M. Jaubert, l'épaisseur des couches comprises entre la tour de Portissol et le vallon de Trabuc est de 458 mètres (461 en additionnant les nombres de M. Jaubert) ainsi répartis :

1° Bancs calcaires bleuâtres avec lits marneux (muschelkalk).	72 ^m
2° Marnes empâtant des blocs de cargneules. .	185
3° Quelques bancs de calcaires avec <i>Pholadomya</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Cidaris</i>	»
4° Amas de cargneules.	450
5° Bancs calcaires très-bien stratifiés.	54
Total.	461 ^m

En sortant du petit port de Saint-Nazaire par le chemin du rivage, on laisse à gauche le monticule de muschelkalk qui supporte la chapelle de Notre-Dame de Pitié, et on retrouve bientôt le rivage de la mer. Descendons en ce point au bord de la Méditerranée; nous nous trouvons au milieu des marnes irisées qui, s'étendant en arrière du côté du sud, recouvrent de la manière la plus régulière les cargneules et les gros bancs bleus de la formation conchylienne. A partir du fond du petit golfe de Portissol, le rivage est à peu près taillé suivant une ligne est-ouest.

Pendant environ 100 mètres, on marche dans les marnes irisées en s'avancant vers l'ouest. On voit au-dessus une épaisseur considérable de terre végétale dont la partie inférieure appartient à la formation tertiaire.

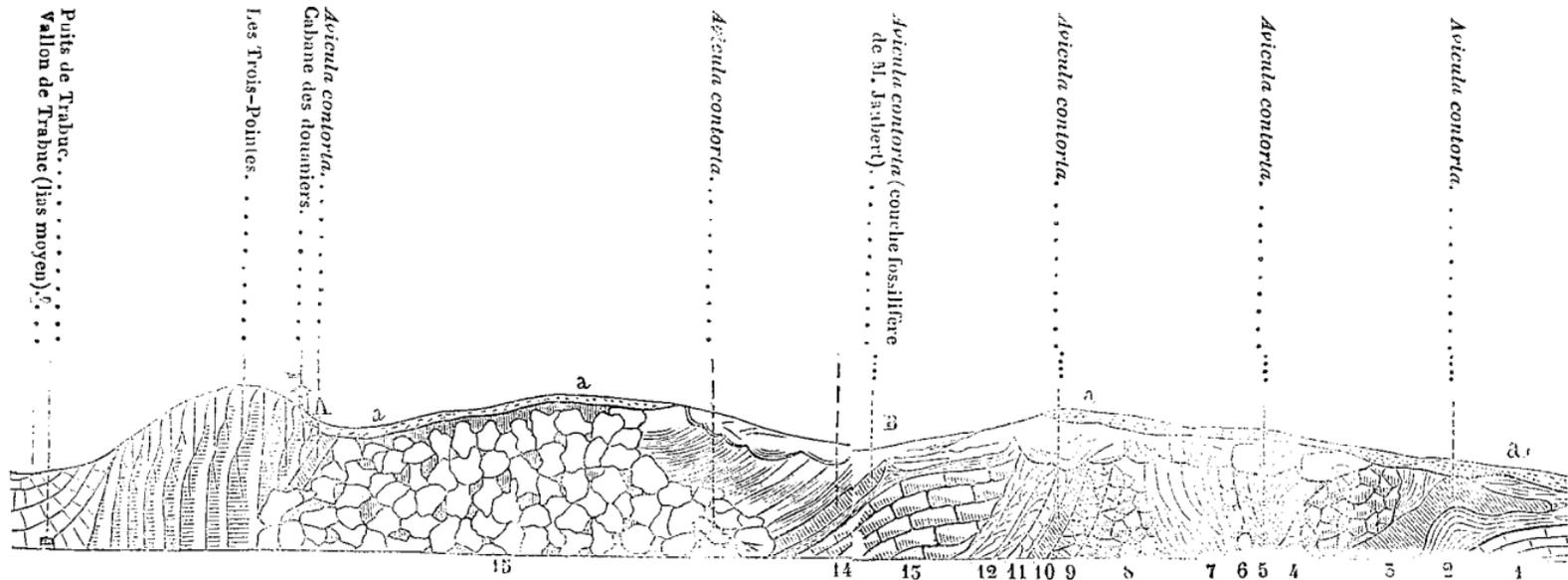
Notre coupe montre aussi exactement qu'il nous a été possible de le faire la disposition des couches du rivage depuis le fond du golfe de Portissol jusqu'au ravin de Trabuc (voy. ci-contre, p. 314).

Dans toute cette partie, M. Jaubert n'avait rien signalé de particulier, si ce n'est la présence de quelques bancs calcaires avec *Pholadomya*, *Ostrea*, *Cidaris*, dans lesquels M. Coquand découvrit plus tard l'*Avicula contorta* (point B). En jetant les yeux sur notre coupe, on voit que ce petit coin de terre était loin d'avoir dit son dernier mot.

D'un côté, en effet, nous reculons notablement vers l'est la base de l'infra-lias, et en cela nous apportons à M. Coquand des arguments en faveur de sa thèse. Mais il est facile de voir que les dérangements considérables qui ont eu lieu en ce point ont brisé et disloqué les couches, de manière à porter en différents endroits et à différentes hauteurs les lambeaux d'une même couche primitivement uniforme, et n'offrant très-probablement qu'une assez faible épaisseur. Toutefois, la présence de l'infra-lias à 100 mètres plus à l'est du point où il avait été signalé jusqu'ici a une certaine importance, en ce sens qu'il réduit d'environ 60 ou 70 mètres l'épaisseur des marnes irisées sur le flanc nord du golfe de Portissol.

Coupe du rivage de Portissol à l'ouest de Saint-Nazaire (Viv).

Échelle : 1/2500.



Niveau de la Méditerranée.

a, a, a, a. — Formation tertiaire et quaternaire.

Nous signalerons encore en ce point un fait qui aura dans notre travail général sur l'infra-lias de la Provence une notable valeur : c'est l'existence au rivage de Portissol de plaques couvertes de petits gastéropodes presque microscopiques et quelquefois très-bien conservés. Ce sont probablement les mêmes que ceux qui ont été signalés par M. l'abbé Vallet dans les Alpes, aux environs de Chambéry. Nous reviendrons sur ces curieux fossiles quand nous étudierons l'infra-lias dans l'arrondissement de Draguignan, où nous les avons découverts pour la première fois en Provence, et où ils sont assez répandus.

Mais le fait capital sur lequel nous appelons surtout l'attention est la découverte que nous avons faite de la lumachelle à *Avicula contorta* à l'endroit marqué A sur notre coupe.

La présence de l'*Avicula contorta* en ce point fait dès lors forcément rentrer dans le trias les 150 mètres de calcaires cloisonnés passant au tuf, que M. Coquand considère comme faisant partie de la formation liasique. Et ceci enlevé, il ne reste plus, en nous reportant à la coupe de M. Jaubert, qu'une épaisseur de 54 mètres entre la base de l'infra-lias, *parfaitement hors de contestation*, et les premiers bancs fossilifères calcaires rapportés sans la moindre objection par tous les géologues au lias moyen.

Voici, en partant du fond du golfe et en marchant vers les *Trois pointes*, la suite des couches que l'on rencontre en suivant le rivage à peu près au niveau de la mer.

1° Marnes irisées recouvertes par un dépôt tertiaire et une épaisse couche de terre végétale, environ. . . .	100 ^m ,00
2° Calcaires dolomitiques cloisonnés, marneux, en plaques. . . .	5 ^m ,00
3° Banc calcaire très-compacte à <i>Avicula contorta</i> ; il s'élève presque verticalement, puis se replie vers l'est au-dessus des calcaires dolomitiques et s'élargit à la base vers l'ouest. Épaisseur à la base, environ. . . .	40 ^m ,00
4° Calcaire bréchiforme, rougeâtre comme aspect général, mais dont les cailloux anguleux qui le composent en grande partie sont seuls rouges, le ciment étant blanc ou verdâtre.	20 ^m ,00
5° Bancs à <i>Avicula contorta</i> , plongeant fortement vers le nord-ouest, puis se relevant presque immédiatement en sens contraire pour disparaître sous les conglomérats suivants.	3 ^m ,00
6° Conglomérats très-compacts.	3 ^m ,00

A reporter. . . . 444^m,00

	<i>Report.</i> . . .	444 ^m ,00
7°	Éboulis divers, sans qu'il soit possible de saisir la disposition des couches.	23 ^m ,00
8°	Cargneules rouges très-compactes, très-analogues au n° 4.	20 ^m ,00
9°	Couches analogues aux précédentes, mais moins distinctes encore	40 ^m ,00
10°	Gros banc de lumachelle avec <i>Avicula contorta</i>	5 ^m ,00
11°	Calcaire très-cloisonné.	2 ^m ,00
12°	Éboulis divers et cargneules.	45 ^m ,00
13°	Au point où nous sommes arrivé, les bancs deviennent plus distincts et pour quelques instants ils sont presque horizontaux; mais il est facile de voir que nous nous trouvons ici en présence du point culminant d'une courbure comme il s'en présente si souvent dans toute la Provence. On voit reparaître au niveau même de la mer les gros bancs calcaires bréchiformes parfaitement identiques avec ceux que nous avons rencontrés au-dessous de la deuxième couche à <i>Avicula contorta</i> (n° 4); le caractère minéralogique est assez tranché pour qu'il ne reste aucune incertitude à cet égard; il est ici, nous l'avons dit, presque horizontal; son épaisseur est de.	4 ^m ,00
	Puis au-dessus :	
	Dolomies blanches bréchiformes.	4 ^m ,00
	Dolomie compacte à larges cellules.	4 ^m ,50
	Dolomies peu compactes.	4 ^m ,00
	Calcaire dolomitique très-compacte, très-rougeâtre, montrant déjà des dents de poisson.	4 ^m ,00
	Total.	444 ^m ,50
14°	Bancs calcaires à <i>Avicula contorta</i> en lits assez minces, intercalés dans des bancs plus épais offrant une puissance totale de.	20 ^m ,00
	Ces bancs fossilifères sont ceux que M. Jaubert a signalés; ils plongent assez fortement, vers l'ouest; mais, comme ils commencent au haut du rivage, on peut, en descendant vers la mer, les suivre sur une longueur de 70 à 80 mètres.	
15°	Masse épaisse de cargneules dans lesquelles il paraît impossible de voir la direction des couches, et dont les différentes parties ont été très-probablement res-soudées après coup par les tufs tertiaires, environ.	450 ^m ,00
16°	Banc lumachelle avec <i>Avicula contorta</i>	4 ^m ,00
17°	Bancs calcaires dolomitiques parfaitement stratifiés, marneux à la base, compactes dans les parties élevées.	54 ^m ,00
	Total.	452 ^m ,50

Dans ce dénombrement nous trouvons une épaisseur de 291 mètres entre les marnes irisées et les calcaires dolomitiques très-régulièrement stratifiés précédant immédiatement le lias moyen ; mais notre figure montre très-bien que ce sont là des répétitions, des rechutes et surtout des couches soulevées parallèlement au rivage. Il arrive dès lors qu'on parcourt ces couches *suivant leurs plans de stratification*, tandis que pour observer leur épaisseur véritable il faut de toute nécessité s'élever suivant une ligne perpendiculaire à ces plans.

La réapparition de la lumachelle à *Avicula contorta* ne peut laisser de doute à cet égard d'une manière générale, mais l'examen des bancs stratifiés des Trois-Pointes permet d'appuyer sur des faits beaucoup plus précis les conclusions précédentes.

En effet, aux Trois-Pointes le mouvement a été si violent que le redressement des couches a dépassé la verticale. C'est ce qu'avait déjà fait remarquer M. Jaubert. Il en résulte qu'on voit très-bien au-dessous de la cabane des douaniers, par exemple, les bancs parfaitement stratifiés, tout à fait verticaux du côté de l'est, succéder aux cargneules si développées en ce point. C'est à la limite de ces cargneules et des bancs stratifiés que j'ai rencontré au vallon des Trois-Pointes la couche à *Avicula contorta*. On voit facilement les cargneules se prolonger encore un peu du côté de l'ouest au-delà de la lumachelle qu'elles semblent recouvrir. Mais bientôt ces cargneules arrivent au contact des bancs dolomitiques stratifiés ; il semble du moins, à la distance à laquelle on est forcé d'observer, qu'il en est ainsi. Il est bien possible et même probable que la lumachelle à *Avicula contorta* se continue entre les cargneules verticales, dont le pied plonge dans la Méditerranée, et les bancs dolomitiques s'étendant en arrière ; ceux-ci n'arrivent à plonger dans la mer qu'un peu plus loin, quand toute trace de cargneule a disparu du côté du sud.

Il sera désormais extrêmement facile aux géologues de retrouver la couche à *Avicula contorta* que nous avons découverte aux Trois-Pointes ; elle se rencontre à deux mètres au-dessous du chemin du rivage, dans un petit ravin où coulent les eaux pluviales les jours d'orage, et à environ cinquante mètres avant d'arriver à la cabane des douaniers qui s'élève sur le coteau est du monticule des Trois-Pointes.

Dans mes recherches si multipliées sur l'infra-lias de la Provence, recherches que je ferai connaître très-prochainement, je n'avais jamais rencontré au-dessus de la lumachelle à *Avicula contorta* rien qui ressemblât à cet amas de cargneules si développées

aux Trois-Pointes. D'un autre côté, en examinant ces couches de cargneules qui à elles seules constituent les falaises, quand la lumachelle infraliasique plongeant à partir du point B semble avoir pour toujours disparu sous les eaux, je ne pouvais me dissimuler que ces cargneules semblaient bien se superposer à la lumachelle infraliasique.

L'absence dans toute la Provence d'un infra-lias analogue à celui que je rencontrais aux Trois-Pointes commandait forcément l'hésitation à mon esprit. D'un autre côté, il fallait bien trouver une place à cette masse de cargneules dans la série géologique. Désespérant de rencontrer dans cet amas informe de blocs cloisonnés le moindre reste organique de nature à me guider, j'acceptais l'opinion de M. Coquand, sans la défendre ni la discuter, bien entendu, et je voyais avec le savant géologue dans ces cargneules des Trois-Pointes une dépendance, anormale il est vrai, mais enfin une dépendance de la formation liasique.

Dans une course faite à Portissol et à la Cride au mois d'octobre 1864, en compagnie de M. Hébert et de M. de Rouville, M. Hébert appela fortement mon attention sur ces dépôts et il me dit sur les lieux mêmes, alors que je lui faisais part de l'insuccès de mes efforts pour arriver à classer ces cargneules avec certitude : « Examinez encore ces terrains avec le plus grand soin ; tout cet ensemble me rappelle beaucoup plus le trias que l'infra-lias. »

Je suis revenu à diverses reprises depuis cette visite étudier le rivage de Portissol, mais sans pouvoir arriver à une conclusion précise.

Au mois de juillet dernier, avant d'abandonner définitivement ce point, je voulus encore une fois parcourir, en examinant minutieusement chaque couche, cet ensemble de cargneules et de dolomies des Trois-Pointes. Le succès cette fois couronna mes efforts et je découvris au-dessus des cargneules la lumachelle à *Avicula contorta*. Ainsi cet amas de cargneules fortement cloisonnées rentrait, sans qu'on pût conserver le moindre doute, dans la formation triasique, et je tenais enfin la preuve irrécusable de l'exactitude de l'opinion inspirée à M. Hébert par la vue seule des lieux.

Il est facile de comprendre pourquoi la couche à *Avicula contorta* n'a pas été rencontrée plus vite et plus facilement aux Trois-Pointes. D'abord cette couche est très-peu étendue dans sa partie visible ; en second lieu, elle se trouve dans la falaise bien au-dessus du niveau de la mer, et enfin surtout elle est dissimulée

en grande partie par des dépôts de tufs tertiaires très-développés un peu plus au nord. Ces tufs se retrouvent aussi du côté de l'est et on les voit parfaitement au point où l'*Avicula contorta* est le plus abondant (couches calcaires fossilifères de M. Jaubert). Ils se montrent là en couches horizontales, reposant sur les calcaires fossilifères de l'infra-lias qui eux sont inclinés d'au moins 45°. Dans le vallon traversé par le chemin de Saint-Nazaire, ces tufs sont fortement accumulés, et ils montrent à 150 mètres du rivage une épaisseur considérable.

Pour retrouver dans la Basse-Provence l'infra-lias et le lias inférieurs, M. Coquand s'appuie surtout sur ce que l'épaisseur des couches comprises entre l'infra-lias et le lias moyen est à peu près la même dans le Var et les Bouches-du-Rhône d'un côté et les Basses-Alpes de l'autre. Il est évident, d'après ce que nous venons d'établir, que l'argumentation de M. Coquand tombe forcément; il nous semble dès lors inutile d'insister sur ce point.

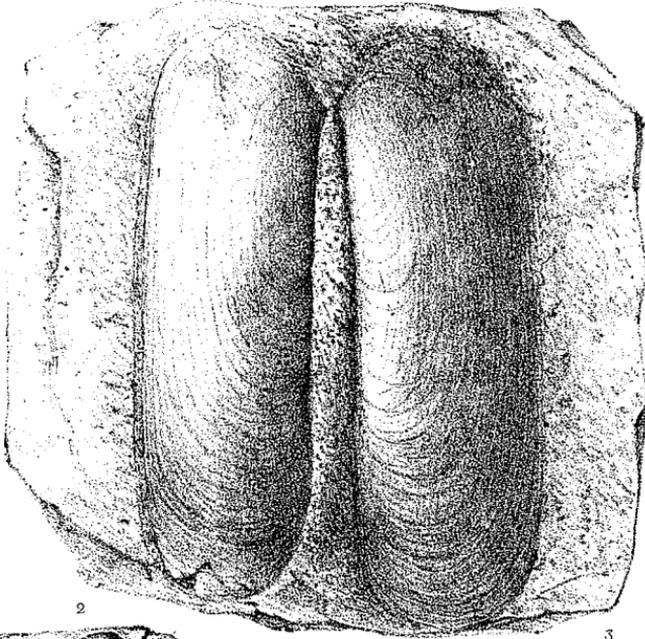
Bien que M. Coquand invoque seulement la coupe de la Cride pour établir sa manière de voir, et revendiquer pour l'extrême midi de la Provence « le bénéfice de posséder l'infra-lias et le lias inférieur », nous dirons que les faits établis par nous à la Cride sont généraux pour les trois départements provençaux du littoral. Le plus souvent l'espace compris entre la lumachelle à *Avicula contorta* et la base du lias moyen ne dépasse pas 60 à 70 mètres, quand on a soin, bien entendu, de choisir les points où les différentes couches sont en superposition bien régulière, et l'on peut dire que dans toute la Provence le géologue n'a que l'embarras du choix.

Une fois bien fixé sur la position géologique des couches des Trois-Pointes, je voulus revoir les principaux points où j'ai découvert l'infra-lias depuis trois ans dans les Bouches-du-Rhône, le Var, les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes. Sur plus de deux cents points qui n'ont jamais été cités par personne et qui dans ces quatre départements montrent l'infra-lias parfaitement développé, j'ai revu avec le plus grand soin la position relative des cargneules, et je puis sans aucune hésitation formuler dès aujourd'hui de la façon suivante l'opinion à laquelle m'ont conduit l'ensemble de mes anciennes et de mes nouvelles recherches sur la base de l'infra-lias dans la Provence.

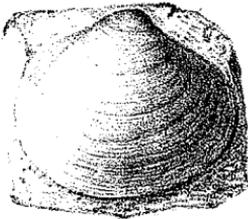
1° Les cargneules spongieuses à fragments rougeâtres et verdâtres existent en général dans toute la Provence dans le voisinage de l'infra-lias, *mais elles appartiennent toujours à la formation*

Note de M. M. A. Bioche et G. Fabre.

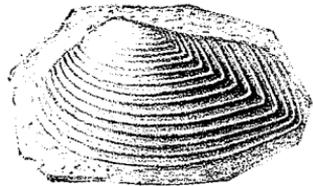
1



2



3



4

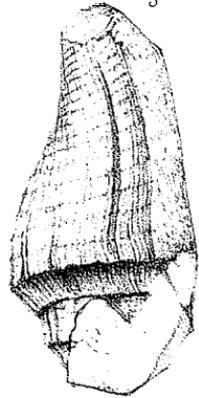


5



6

5



Formant lith.

Imp. Becquet, Paris.

1 *Cultellus Brongniarti*, Desh.

3. *Crassatella Desmaresti*, Desh.

2. *Diplodonta Guyerdeti*, —

4, 5. *Voluta Fabri*, Desh.

6. *Mytilus Biochii*.

triasique. Il n'y a jamais de cargneules d'aucune sorte dans l'infra-lias (1).

2° Les cargneules qui se montrent à ce niveau dans les Basses-Alpes et au bord de la Méditerranée sont parfaitement parallèles ; elles appartiennent les unes et les autres aux marnes irisées, contrairement à l'opinion de M. Coquand, qui rapporte les premières au keuper et les secondes à l'infra-lias (2).

3° L'infra-lias commence toujours en Provence *immédiatement au-dessus des cargneules triasiques* par des marnes noires que surmontent des conglomérats grisâtres, le tout recouvert par des assises calcaires très-dures, en général très-noires, bien stratifiées, au nombre desquelles se trouve toujours un gros banc de lumachelle d'une constance parfaite d'un bout à l'autre de la Basse-Provence. Souvent les marnes noires et les conglomérats gris manquent à peu près complètement, et alors le gros banc à lumachelle repose directement sur les cargneules triasiques ; le passage entre les deux formations est dans ce cas, on le comprend, extrêmement brusque.

Dans une seconde note que nous aurons l'honneur d'adresser très-prochainement à la Société géologique de France, nous ferons connaître d'une manière très-précise le *développement non interrompu* de la formation infra-liasique en Provence, depuis la limite la plus occidentale du département du Var (golfe des Lecques, au sud de Saint-Cyr) jusqu'en Italie.

M. Bioche lit la note suivante :

Note sur des couches à coquilles marines situées entre la troisième et la quatrième masse du gypse à Argenteuil (Seine-et-Oise); par MM. A. Bioche et G. Fabre (Pl. VII).

Il y a longtemps déjà que Desmarest père et, après lui, Coupé (3), ont signalé la présence de coquilles marines dans une couche de marne calcaire jaunâtre située vers la base de la troi-

(1) Il s'agit ici des cargneules *spongieuses* en amas informes, *sans apparence de stratification régulière*. Il existe, notamment dans l'infra-lias dolomitique, des bancs très-cloisonnés ; mais ils sont toujours *parfaitement stratifiés*, et ne peuvent dès lors être confondus avec les cargneules triasiques.

(2) *Loc. cit.*, p. 439.

(3) *Journal de physique*, brumaire an XIV, p. 389.

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

sième masse du gypse ou plutôt entre la troisième et la quatrième masse, dans la carrière de la Hutte-aux-Gardes, à Montmartre. Quelques années plus tard (1809), la couche qui renferme ces fossiles fut de nouveau étudiée par Desmarest fils et par Constant Prévost, et les résultats des recherches de ces savants furent consignés par eux dans une note lue à la Société philomathique en avril 1809 (1).

D'après cette note, la couche en question renfermait quatorze espèces de mollusques se retrouvant toutes à Grignon, des oursins, des crustacés, des poissons et un polypier décrit par Desmarest sous le nom d'*Amphitoites parisiensis*. De plus, C. Prévost et Desmarest signalèrent la présence dans cette couche de pyramides quadrangulaires dont les faces sont striées parallèlement aux arêtes des bases, et qui sont toujours réunies six par six, de manière qu'elles se touchent par leurs faces et que tous les sommets se réunissent en un même point (2).

Depuis cette époque, aucune couche à fossiles marins n'avait été indiquée que l'on pût mettre au niveau de la couche de la Hutte-aux-Gardes (3), et même la présence de coquilles marines dans des marnes supérieures à la quatrième masse de gypse paraissait un fait si extraordinaire que M. Ch. d'Orbigny a, dans son *Tableau synoptique* (voir le n° 56), et dans la coupe du chemin de fer de Strasbourg (*Bulletin*, 2^e série, t. XII, p. 1309, voir le n° 35), méconnu la place de cette couche et l'a mise au niveau du calcaire de Ludes et de la couche à Pholadomyes des Docks, de la Chapelle, etc., c'est-à-dire *au-dessous* de la quatrième masse, tandis qu'elle est incontestablement *au-dessus* de cette quatrième masse, et qu'elle aurait dû, par suite, être inscrite sous le n° 50

(1) *Journ. des mines*, vol. XXV, p. 245, et *Bull. Soc. philom.*, avril 1809.

(2) Dans un mémoire *Sur les pseudomorphoses d'après le sel gemme*, inséré dans les *Naturwissenschaftliche Abhandlungen... von W. Haidinger*, 1847, vol. I., p. 65, Haidinger a soutenu que ces pyramides sont des pseudomorphoses de sel marin en marne. Voy. aussi sur cette question de pseudomorphisme, *Bull. Soc. géol.*, 4^{re} sér., t. VIII, p. 320, et 2^e sér., t. IV, p. 455.

(3) M. Ch. d'Orbigny, dans la coupe qu'il a donnée de l'embarcadere du chemin de fer de Strasbourg (*Bull.*, 2^e sér., t. XII, p. 1309), indique à la vérité sous le n° 2 une couche de *marne avec rognons de calcaire à retraits géodiques*, que M. Hébert (*Bull.*, 2^e sér., t. XVII, p. 808) place au niveau de la couche de Montmartre; mais on n'a trouvé aucun fossile dans cette marne, très-probablement, parce qu'étant superficielle elle avait été altérée.

du *Tableau synoptique* et sous le n° 2 de la coupe du chemin de fer (1).

Nous venons aujourd'hui annoncer à la Société que la couche de Montmartre n'est pas un accident local, mais que, bien au contraire, il existe entre la troisième et la quatrième masse du gypse un niveau fossilifère marin, qui, découvert par Desmarest à la Hutte-aux-Gardes, vient d'être retrouvé par nous à Argenteuil.

Voici d'abord une coupe qui établit la position précise de ce niveau. Cette coupe a été prise dans la carrière de M. Bas, qui est située à mi-chemin environ entre Argenteuil et Sannois, sur le revers occidental de la butte d'Orgemont, tout contre le chemin de fer.

Grès verdâtre, très-dur, rempli de moules de coquilles marines [notamment de *Mytilus*, n. sp. (voyez la note ci-après de M. Deshayes et la planche VII, qui l'accompagne) en très-grande quantité, *Cerithium...*, *Natica...*, *Cardita...*, *Lucina...*, etc.]. Ces moules sont en général mal conservés, à l'exception toutefois de ceux du *Mytilus*, qui sont très-beaux.

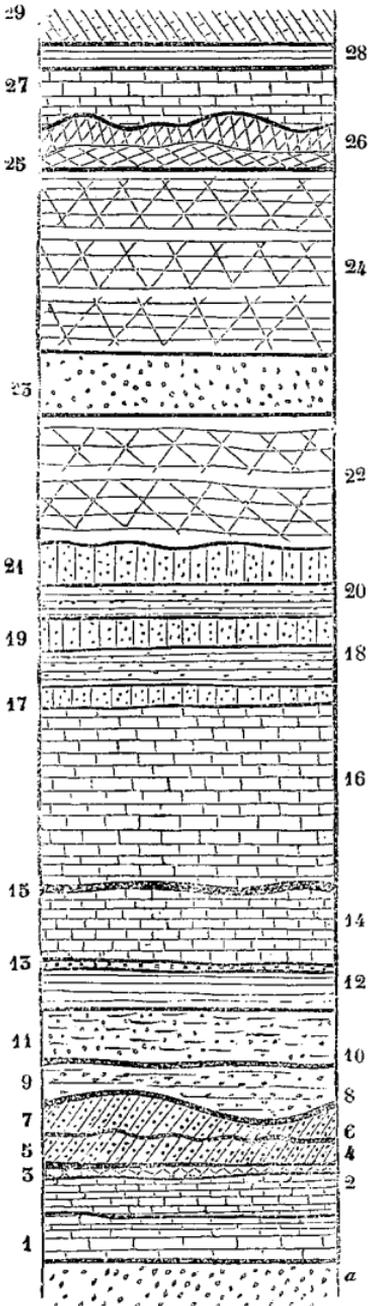
On ne voit (2) dans la plâtrière que la surface supérieure de ce banc, mais dans la tranchée du chemin de fer, qui est tout contre, on peut s'assurer que le grès, qui a environ 50 centimètres d'épaisseur, repose sur un sable argileux brun à sa partie supérieure, devenant blanchâtre dans le bas.

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Gypse saccharoïde, se divisant à sa partie supérieure en plaquettes horizontales dont les surfaces présentent de belles ondulations produites par les eaux sous lesquelles le gypse s'est déposé; épaisseur environ. | 0 ^m ,50 |
| 2. Gypse saccharoïde, traversé par une dizaine de lits minces et ondulés de gypse cristallin; environ. | 0 ^m ,42 |
| 3. Calcaire marneux brun, se liant par le bas au gypse n° 2, et par le haut à la marne n° 4. | 0 ^m ,08 |
| 4. Marne grise ondulée, enclavant de petits rognons de gypse. | 0 ^m ,04 |
| 5. Gypse compacte géodique, à surface supérieure fortement ondulée; environ. | 0 ^m ,28 |
| 6. Marne argileuse brune feuilletée, avec empreintes de fucoïdes?; cette couche, qui suit les ondulations du banc | |

(1) Voy. Hébr., *loc. cit.*

(2) Ou plutôt on voyait au moment (janvier) où nous avons levé cette coupe; mais maintenant (13 février), par suite de travaux faits dans les couches supérieures, l'excavation au fond de laquelle se montrait le banc de grès est comblée.

Coupe de la plâtrière Bas (1).



25—29 — Bancs de la 2^e masse de gypse
(28, couche à Lucines).

15—24 — Bancs de la 5^e masse de gypse.

10—12 — Marnes fossilifères.

1—9 — Bancs de la 4^e masse de gypse.

a — Grès.

Échelle de 0^m,01 pour 1 mètre.



(1) Des échantillons des couches ont été déposés par nous entre les

- précédent, varie en épaisseur de 0^m,04 à 0^m,08; en moyenne 0^m,06
7. Gypse compacte percé de tubulures et renfermant parfois des cristaux en fer de lance; la surface supérieure de ce banc est fort ondulée et son épaisseur fort variable (de 0^m,15 à 0^m,50); en moyenne. 0^m,32
8. Marne argileuse multicolore, généralement brune, avec fucoides; cette marne passe à la marne n° 9; environ. 0^m,05
9. Marne calcaire blanche, friable, avec taches jaune rougeâtre; fort semblable à la *marne calcaire blanche, friable*, indiquée sous le n° 22, 3^e masse de la coupe de Montmartre (1). La puissance de cette couche est fort variable (de 0^m,25 à 0^m,60); en moyenne. 0^m,43
10. *Marne calcaire* brun verdâtre quand elle est mouillée, jaune verdâtre quand elle est sèche, *fossilifère*; nous y avons trouvé un fragment de Cérithie, des plantes, etc., c'est la base du n° 11. 0^m,40
11. *Marne calcaire* compacte, blanche quand elle est sèche, jaune quand elle est humide, bleue dans quelques endroits; cette couche renferme, en premier lieu, des cristaux lenticulaires de gypse et des géodes tapissées d'épigénies de gypse en carbonate de chaux en rhomboédres inverses (ces géodes sont ou vides ou remplies de gypse niviforme), et, en second lieu, des *retraits prismatiques identiques avec ceux qu'a décrits C. Prévost et un très-grand nombre de moules de coquilles marines*, notamment *Natica...*, t. c., *Cerithium...*, t. c., *Turritella...*, c., *Voluta...*, t. r., *Lucina...*, t. c., *Cardita...*, t. c., *Anomya...*, t. r., *Corbula...*, c., *Psammobia...*, t. c., etc.; pinces de crustacés (de *Callianassa...*, notamment, a. c.), etc.; épaisseur, environ. 0^m,50
12. *Marne calcaire* plus douce au toucher et plus légère que la marne n° 11, devenant plus fissile dans le bas, mais ne se fendant bien en feuillets que lorsqu'elle est suffisamment mouillée; cette couche, brun verdâtre quand elle est humide et jaune verdâtre quand elle est sèche, est traversée par des fissures dont les parois sont noires à cause de l'abondance des dendrites. *Non moins fossilifère que la marne sous-jacente*, la

mains de M. Guyerdet pour la collection des coupes des environs de Paris qui existe dans la galerie de géologie de l'École des mines.

(1) Il existe dans la galerie de géologie de l'École des mines des échantillons des couches de Montmartre, déposés par Alex. Brongniart. Nous saisissons cette occasion pour remercier M. Guyerdet de l'obligeance avec laquelle il nous a communiqué ces échantillons et a ainsi mis M. Deshayes à même de contrôler les déterminations paléontologiques de Desmarest et de C. Prévost.

- marne n° 12 est surtout caractérisée par l'abondance des *Pholadomya...*, des *Corbula...*, des *Cardium...*; on y trouve encore des *Tellina...*, t. r., des *Crassatella...*, c., des *Lucina...*, c., des *Cardita...*, c., des *Turritella...*, c., des *Cerithium...*, c., des *Voluta...*, t. r., des *Natica...*, c., des débris de *Callianassa...*, t. c., et autres crustacés, des vertèbres de poissons, t. r., des Échinides, c., et enfin des *Amphitoites parisiensis*, t. c.; environ. 0^m,40
13. Gypse cristallin, base du n° 14; suit les ondulations du banc sous-jacent; c'est, ce nous semble, le commencement de la troisième masse. 0^m,07
14. Gypse saccharoïde. 0^m,80
15. Marne blanche. 0^m,05
16. Gypse saccharoïde traversé dans le bas par de nombreux cordons de gypse cristallin; environ. 2^m,00
17. Marne blanche, criblée de taches jaunâtres, à cassure conchoïde; elle est traversée par des fissures dont les parois sont noircies par l'abondance des dendrites de manganèse. 0^m,20
18. Gypse compacte. 0^m,40
19. Marne blanche tachetée de jaune, à cassure conchoïde, analogue à la marne n° 17. 0^m,35
20. Gypse compacte semblable à 18. 0^m,40
21. Marne analogue aux couches 17 et 19. 0^m,40
22. Gypse marneux et cristallin avec lits intercalés de marnes brunes feuilletées. 4^m,40
23. Marne blanche semblable au n° 17. 0^m,70
24. Gypse marneux mélangé de calcaire et traversé par des cordons ondulés de marnes brunes feuilletées; c'est la couche n° 3 de la seconde coupe donnée par M. Goubert en 1860 (4); ce banc forme probablement la base de la seconde masse de gypse; environ. 2^m,00
25. Gypse cristallin ondulé (n° 4 de M. Goubert).
26. Gypse pieds-d'alouette, ondulé comme le n° 25 (n° 5 id.); l'épaisseur de ces deux bancs varie de 0^m,35 à 0^m,55; moyenne. 0^m,45
27. Gypse saccharoïde (n° 6 id.); épaisseur moyenne. 0^m,65
28. Marnes jaunâtres; c'est la couche à *Lucines* signalée en 1860 par M. Goubert (2) et dans laquelle M. Deshayes a reconnu (3) la présence de la *Lucina Heberti*, de la *Corbulomya Nystii*, de la *Corbula subpisum* (?) et de la *Nucula Lyelliana*. 0^m,20
29. Gypse.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVII, p. 842.

(2) *Bull.*, loc. cit.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVIII, p. 380.

Nous venons de fixer la place des couches que nous signalons à l'attention des géologues.

Quels sont maintenant les fossiles qu'elles contiennent ?

Le savant auteur de la *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris* a bien voulu, avec son obligeance accoutumée, examiner les échantillons recueillis par nous, et, dans quelques instants, il donnera la liste des espèces qu'il y a reconnues. Cette liste est, sans doute, fort différente de celle qu'ont dressée Desmarest et C. Prévost; mais, comme va le prouver M. Deshayes, aucune des déterminations de ces deux savants n'est exacte, et les mêmes fossiles se retrouvent à quelques exceptions près dans la couche d'Argenteuil et dans celle de Montmartre. La paléontologie s'accorde donc avec la minéralogie et la stratigraphie pour faire placer ces deux couches au même niveau.

M. Deshayes, à la suite de la communication précédente, expose les considérations suivantes :

Depuis la découverte, en 1809, par Constant Prévost et Desmarest, de fossiles marins dans la masse inférieure du gypse de Montmartre, il s'écoula un grand nombre d'années, pendant lesquelles aucune observation semblable ne se renouvela. Les géologues qui s'occupèrent le plus de la constitution du bassin de Paris considérèrent ce fait isolé comme un accident curieux, qui ne les empêcha pas d'admettre l'origine lacustre du gypse. Cette opinion, présentée et soutenue par les célèbres auteurs de la *Géologie des environs de Paris*, paraissait inébranlablement établie et suffisamment justifiée, non-seulement par la nature du dépôt et sa superposition au-dessus d'une formation lacustre antérieure, mais encore par les nombreux débris d'animaux vertébrés terrestres qui y sont disséminés; un *Cyclostoma mumia*, trouvé dans les assises supérieures, confirmait l'opinion de l'origine lacustre des gypses du bassin de Paris. Dans cette hypothèse il était difficile d'expliquer la présence de fossiles marins dans la partie inférieure de la formation, surtout lorsque l'on croyait à la continuité directe des gypses avec le grand dépôt du calcaire lacustre de Saint-Ouen.

Les nouvelles observations dues à notre savant collègue, M. Hébert, tant à Ludes que dans les environs plus immédiats de Paris, ont rendu plus aisée l'explication du fait dont il vient d'être question. M. Hébert, en effet, a constaté l'existence d'une couche

marine recouvrant la formation lacustre et recouverte elle-même par les premiers affleurements des dépôts gypseux. Les fossiles contenus dans cette couche sont ceux des sables moyens. La pénétration de ces mêmes fossiles jusque dans la masse inférieure du gypse n'est donc pas aussi difficile à expliquer qu'on l'avait d'abord pensé.

Tel était, nous le croyons, l'état de la question, lorsque, en 1860, M. Émile Goubert présenta à la Société des échantillons d'une marne blanche, recueillis à Romainville, dans lesquels M. Hébert reconnut les *Cerithium tricarinatum* et *pleurotomoides*. Ces marnes provenaient de couches intercalées entre la première et la seconde masse de gypse. Ce fait très-intéressant, ajouté à celui de Constant Prévost, tendait à prouver l'intervention longtemps prolongée de la mer pendant le dépôt des gypses et permettait de contester leur origine purement lacustre.

Peu de temps après, M. Goubert ajouta d'autres observations non moins importantes qui vinrent confirmer celles que nous venons de rapporter. Cet observateur constata, en effet, dans les carrières à plâtre d'Argenteuil, la présence de nombreuses empreintes de coquilles marines dans les marnes feuilletées, comprises entre les deux masses de gypse, c'est-à-dire dans une position semblable à celle des marnes à *Cerithium* de Romainville; mais ici les fossiles se sont trouvés très-différents. Quoique dans un état peu satisfaisant de conservation, grâce à la persévérance des recherches de M. Goubert et aux nombreux échantillons qu'il mit sous nos yeux, nous pûmes déterminer rigoureusement quatre espèces de mollusques dont nous avons communiqué la liste à la Société dans sa séance du 18 février 1861, et dont nous croyons utile de rappeler ici les noms :

- Corbulomya Nystii*, Desh.
- Corbula subpisum*, d'Orb.
- Lucina Heberti*, Desh.
- Nucula Lyelliana*, Bosquet.

Ces fossiles, comme on le voit, appartiennent à la faune des sables de Fontainebleau, dont la limite la plus inférieure avait été jusqu'alors fixée au-dessus des gypses; leur présence jusqu'au milieu de cette formation annonce que cette limite doit être descendue et donne une preuve de plus de l'intervention de la mer pendant la durée d'un dépôt que l'on avait cru le produit exclusif des eaux douces.

Pendant cinq ans, aucune observation ne fut ajoutée à celles

que nous venons de rapporter. Nous devons donc nous féliciter que deux de nos jeunes collègues, MM. Bioche et Fabre, se soient livrés à de nouvelles recherches dans le courant de l'automne dernier, et aient continué les premières observations de M. Goubert à Argenteuil; non-seulement ils ont constaté la rigoureuse exactitude des faits rapportés par cet observateur, mais ils ont eu de plus l'avantage d'en découvrir d'autres d'une importance non moins grande. Comme vient de vous l'exposer M. Bioche, les marnes fossilifères ne s'arrêtent pas entre la première et la seconde masse de gypse; elles s'interposent entre toutes celles qui suivent, entraînant avec elles de nombreux fossiles jusqu'au-dessus de la quatrième masse qui, à bien dire, est la première dans l'ordre ascendant. Les fossiles sont nombreux dans ce nouveau gisement; mais, ayant été ramollis dans l'épaisseur de la couche, ils ont souvent subi les déformations les plus singulières, sans présenter aucune apparence de fractures. Cette circonstance ajoute une difficulté de plus à l'exacte détermination des espèces. Nous aurions renoncé à cette tâche difficile, si par leur zèle infatigable nos jeunes collègues n'avaient mis à notre disposition de très-nombreux échantillons, à l'aide desquels nous sommes parvenu à déterminer les espèces suivantes, sur lesquelles j'appelle tout spécialement l'attention de la Société.

1. *Corbula subpisum*, d'Orb.
2. — *pyzidicula*, Desh.
3. — *ficus*, Brandër; *C. anatina*, Prév. et Desm.
4. *Pholadomya ludensis*, Desh.; *Tellina rostralis*, P. et D.
5. *Tellina Nystii*, Desh.
6. *Psammobia stampinensis*, Desh.
7. — *neglecta*?, Desh. (1).
8. *Cardium granulosum*, Lamk; *C. porulosum*, P. et D.
9. *Lucina Heberti*, Desh.; *Corbula gallica*, P. et D. (2).
10. — *Thiervensi*??, Hébert (3).
11. — *undulata*??, Lamk (4).

(1) Nous indiquons avec doute cette espèce, parce que l'unique échantillon que nous avons sous les yeux est plus inéquilatéral que la coquille de Ludes.

(2) C'est à l'occasion de cette espèce que l'on pourrait multiplier les noms spécifiques à cause des nombreuses déformations qu'elle présente; elles ont quelquefois une symétrie trompeuse qui ferait rapporter au genre *Cardium* certains individus; il y en a même que l'on confondrait avec des *Capulus* ou des *Hipponyx*.

(3, 4) Nous rapportons à ces espèces, mais avec beaucoup de réserve,

42. *Crassatella, Desmaresti*, n. sp., Desh.; *C. lamellosa*, P. et D.
43. *Cardita Kickxii*, Nyst.
44. — *divergens*, Desh.
45. *Avicula stampinensis*, Desh.
46. *Anomya* ? (1).
47. *Calyptræa striatella* ? Nyst, *C. trochiformis*, P. et D. (2).
48. *Natica micromphalus* ??, Sandb. (3).
49. — ou autre genre voisin (4).
20. *Turritella communis, Philippi* (non Risso); *T. imbricata* ou *terebra*, P. et D.
21. *Bithynia* ?.
22. *Cerithium tricarinatum*, Lamk, var. *unicarinata*.
23. — *deperditum*, Desh.
24. *Cerithium* (5).
25. *Voluta depauperata*, Sow., *V. cithara*, P. et D.
26. — nov. sp., *Fabri*, Desh.
27. *Ficula* ? (6).
28. *Callianassa*.
29. *Prenaster Prevosti*, Desor.
30. Vertèbre de poisson.
31. Empreintes d'*Amphitoites parisiensis*, Desmarest.
32. *Cultellus Prevosti*, Desh.; *Solen vagina*, P. et D.
33. *Diplodontu Guyerdeti*, Desh.; *Cytherea semisulcata*, P. et D.
34. *Fusus sublamellosus*, Desh.; *Murex pyraster*, P. et D.

des individus qui en ont la forme générale et la grandeur, mais chez lesquels nous ne pouvons constater les autres caractères spécifiques.

(1) Cette coquille est très-probablement du genre auquel nous la rapportons; elle a vécu sans aucun doute sur le dos d'une coquille bivalve costulée dont elle a conservé l'empreinte, ainsi que cela arrive très-fréquemment dans ce genre.

(2) Il est très-difficile de décider, d'après les moules que nous avons sous les yeux, si cette espèce est le *trochiformis*; elle nous semble avoir beaucoup plus de rapports avec le *striatella*, par sa forme générale et parce qu'elle n'offre nulle part la trace des épines qui caractérisent le *trochiformis*.

(3) Elle est l'une des plus communes espèces, mais elle est toujours comprimée, déformée, et nous n'avons pu en voir l'ouverture. Son volume et sa forme générale globuleuse la rapprochent de l'espèce de Jeures et de Mayence.

(4) Coquille singulière, qui pourrait être le résultat d'une déformation dans une Naticce : l'ouverture est très-ample et rappelle celle des Ampullaires.

(5) Cette espèce est petite et représentée par un simple fragment dont la surface est treillissée et granuleuse de manière à rappeler le *Cerithium timula*.

(6) Le fragment de spire que nous attribuons à ce genre nous laisse des doutes; il est spécifiquement indéterminable.

M. Bioche ayant obtenu de M. Guyerdet, conservateur de la collection géologique de l'École des mines, communication d'une série de fossiles provenant de la Hutte-aux-Gardes de Montmartre et déposée par Alex. Brongniart lui-même, nous en profitons avec empressement pour remercier d'abord notre collègue M. Guyerdet de sa complaisance et ensuite pour examiner ces fossiles en eux-mêmes, et nous assurer de l'exactitude de la nomenclature qui leur a été appliquée il y a plus d'un demi-siècle.

Voici la liste telle qu'elle a été publiée par Prévost et reproduite par Brongniart (*Description géologique des environs de Paris*, p. 233, 1822).

- | | |
|---|------------------------------------|
| * 1. <i>Calyptrea trochiformis</i> . | 8. <i>Ampullaria sigarcina</i> . |
| 2. <i>Murex pyraister</i> . | 9. <i>Cardium porulosum</i> . |
| *** 3. Quatre Cérîtes (non déterminés). | 10. <i>Crassatella lamellosa</i> . |
| * 4. <i>Turritella imbricataria</i> . | 11. <i>Cytherca semisulcata</i> . |
| * 5. — <i>terebra</i> . | 12. <i>Solen vagina</i> . |
| 6. <i>Voluta cithara</i> . | 13. <i>Corbula gallica</i> . |
| 7. — <i>muricina</i> . | * 14. — <i>striata</i> . |
| | 15. — <i>anatina</i> . |

Nous n'avons pas sous les yeux toutes les espèces mentionnées dans la liste ; manquent le *Calyptrea trochiformis*, trois des quatre Cérîtes, les deux *Turritella* et le *Corbula striata*. Nous remarquerons au sujet des Turritelles que, nettement séparées dans la liste, elles sont réunies dans le catalogue-manuscrit de l'École des mines ; elles y sont en effet inscrites sous le nom de *Turritella terebra* ou *imbricataria*, quoiqu'il y ait cependant une bien grande différence entre ces deux espèces. Mais cette erreur, si regrettable qu'elle soit, nous ne devons pas la négliger ; elle est pour nous un enseignement ; elle nous donne la clef de celles que nous allons relever. Au reste, avant de commencer notre rectification, nous invitons le lecteur à avoir une grande indulgence et à se reporter par la pensée à l'état de la science à l'époque où la liste a été dressée par deux naturalistes fort jeunes alors, et n'ayant d'autres guides que les mémoires de Lamarck publiés dans les *Annales du Muséum*, donnant la description sommaire de 350 espèces environ, parmi lesquelles ils se crurent dans la stricte obligation de trouver celles qu'ils venaient d'observer. Alex. Brongniart lui-même, quoique beaucoup plus expérimenté, est tombé dans les mêmes erreurs en donnant en 1822 la liste des espèces des sables supérieurs de Montmartre. Cette liste est entièrement empruntée au

calcaire grossier, quoiqu'il n'y eût pas une seule espèce commune entre les deux couches.

1° *Murex pyraster*. Le fragment incomplet auquel ce nom est appliqué a la spire trop longue et trop pointue pour appartenir à cette espèce ; il paraît bien plutôt dépendre du *Fusus sublamellosus* des sables moyens, opinion que confirme un autre fragment récemment rapporté par M. Bioche.

2° La seule espèce de *Cerithium* qui subsiste est la variété à deux carènes du *tricarinatum*.

3° Il est bien à présumer que la *Turritella imbricataria* est la même que celle qui, dans notre liste, porte le nom de *communis*. Quant au *Terebra*, qui est la plus grande espèce du bassin de Paris, nous ne pourrions en parler qu'après avoir vu l'échantillon.

4° Nous avons deux échantillons de *Volute* ; ni l'un ni l'autre ne se rapportent au *muricina*. Ils ont plus d'analogie avec le *cithara*, mais l'un d'eux, d'une parfaite conservation, est identique avec *Voluta depauperata* des sables moyens.

5° *Ampullaria sigaretina*, actuellement *Natica sigaretina*. Des trois échantillons, aucun ne se rapporte à l'espèce en question ; ils sont beaucoup plus petits et seraient plus voisins du *mutabilis* : pour moi ils sont indéterminables.

6° *Cardium porulosum*. La coquille qui porte ce nom n'a aucun des caractères de l'espèce. Elle est cependant d'une conservation suffisante pour qu'on y reconnaisse un grand échantillon du *Cardium granulosum* des sables moyens.

7° *Crassatella lamellosa*. Cette espèce n'est pas le véritable *lamellosa* ; elle est plus large et plus courte, et sous le rapport de la forme elle se rapprocherait beaucoup plus du *compressa* de Lamarck, et plus encore de l'*intermedia* de Nyst ; mais, les très-bons échantillons de l'École des mines ajoutés à ceux moins bien conservés de M. Bioche nous ayant permis une étude plus complète de l'espèce, nous la considérons comme nouvelle et nous lui consacrons le nom de *Crassatella Desmaresti*.

8° *Cytherea semisulcata*. Le seul échantillon auquel il est probable que ce nom spécifique a été attribué ne serait autre chose qu'un *Diplodonte* voisin du *lucinoides*, mais plus grand, moins subquadrangulaire et qui nous paraît nouveau. Nous le désignons sous le nom de *Diplodonta Guyerdeti*.

9° *Solen vagina*. L'échantillon est très-beau ; les deux valves placées l'une près de l'autre sont entières et d'une étude facile. L'espèce est du genre *Cutellus* ; elle est entièrement nouvelle et la

plus grande connue à l'état fossile ; elle avoisine sous ce rapport l'espèce vivante qui sert de type au genre. Nous proposons pour celle-ci le nom de *Cultellus Prevosti*.

10° *Corbula gallica*. C'est avec un *Lucina Heberti* déformé et non reconnu que cette espèce a été faite.

11° *Corbula anatina*. Nous trouvons parmi les échantillons l'empreinte très-nette de la valve supérieure du *Corbula ficus* ; c'est elle, très-vraisemblablement, qui a été désignée sous le nom de *Corbula anatina*.

12° Le *Pholadomya ludensis* n'est pas resté inconnu à Prévost et à Desmarest. Cette intéressante espèce est mentionnée d'après eux dans le catalogue de l'École des Mines sous le nom de *Tellina rostralis*, nom reproduit sur l'étiquette particulière des échantillons. Il y a là une erreur tellement incompréhensible que nous ne pouvons l'attribuer qu'à une substitution fortuite d'une étiquette préparée pour désigner une autre espèce.

Dans l'état où les récentes découvertes ont amené la question des gypses, pour ce qui a rapport aux fossiles qui s'y distribuent, il était impossible de négliger la première liste publiée ; ou bien il fallait la prendre telle que l'avaient faite les auteurs et l'ajouter à des listes plus récentes, ou bien la contrôler en présence des types qui ont servi à l'établir ; ce dernier parti, nous devons le préférer, et les observations que nous venons de présenter justifient le contrôle que nous venons d'exercer.

Le résultat le plus singulier et le plus inattendu, c'est que des douze espèces examinées par nous, il n'y en a pas une seule qui doive conserver son nom. Une seule nous a paru indéterminable, deux sont entièrement nouvelles, et, en y ajoutant le *Fusus sublamellosus*, elles sont les seules que nous puissions ajouter à notre liste, car toutes les autres s'y trouvaient déjà inscrites sous des noms différents. Il résulte encore de nos rectifications que toutes les espèces inscrites dans leur liste par Prévost et Desmarest ne sont pas du calcaire grossier comme ils en avaient la croyance ; toutes sont des sables moyens.

Nous aurons plus d'une observation à présenter au sujet de la liste générale, telle que nous venons de l'augmenter. Nous remarquerons d'abord l'absence de deux des espèces recueillies par M. Goubert en 1861, le *Corbulomya Nystii* et le *Nucula Lyelliana*, soit que ces espèces aient apparu plus tard, soit qu'elles aient échappé aux nouvelles recherches de MM. Bioche et Fabre ; nous constatons simplement le fait, sans y attacher beaucoup d'import-

tance, surtout dans un moment où l'observation est loin d'avoir donné son dernier mot sur la question qui nous occupe.

Nous ferons également remarquer que de notre liste peuvent sortir deux séries très-distinctes d'espèces, desquelles nous excluons celles qui sont nouvelles ou douteuses.

Dans la première, en effet, en réunissant les suivantes :

<i>Lucina Heberti,</i>	|	<i>Nucula Lyelliana,</i>
<i>Corbula subpisum,</i>		<i>Avicula stampinensis</i>
<i>Corbulomya Nystii,</i>		<i>Calyptræa striatella,</i>
<i>Tellina Nystii,</i>		<i>Turritella communis,</i>
<i>Psammobia stampinensis,</i>		

on se trouve dans la faune des sables de Fontainebleau.

En rapprochant les autres espèces :

<i>Corbula pyxidicula,</i>	|	<i>Cerithium tricarinatum,</i>
<i>Corbula ficus,</i>		— <i>deperditum,</i>
<i>Pholadomya ludensis,</i>		<i>Fusus sublamellosus,</i>
<i>Cardium granulosum,</i>		<i>Voluta depauperata,</i>

on se trouve dans la faune des sables moyens.

Il est donc évident que dans la partie inférieure des gypses, deux faunes se rencontrent et se mélangent dans des proportions qui, plus tard, seront plus rigoureusement déterminées, lorsque des recherches ultérieures auront définitivement fixé le nombre des espèces.

Les premières assises de gypse dans l'ordre ascendant reposent, comme M. Hébert nous l'a appris, et comme vient de le répéter M. Bioche, sur une formation marine. A Argenteuil, sous la forme d'un grès marneux, cette formation, au dire des ouvriers, contient de nombreux fossiles, mais les conditions dans lesquelles se trouvent en ce moment les carrières n'ont pas permis de réunir beaucoup de ces fossiles; ils sont pour le plus grand nombre en mauvais état. Des doutes subsistent donc sur la plupart des espèces; voici néanmoins la liste de celles qui ont été recueillies :

1° Une Lucine à fines lamelles concentriques, rapprochées, qui pourrait bien être le *Lucina saxorum*, Lamk.

2° Une Cardite qui, par sa forme, le nombre et l'écartement de ses côtes rayonnantes, nous paraît semblable au *Cardita divergens*, Desh.

3° Une très-belle espèce de *Mytilus*, un peu moins grande que

le *Rigaulti*, présentant des ornements semblables, mais beaucoup plus étroite et plus courbée dans sa longueur; elle est nouvelle pour nous, et nous lui donnerons le nom de notre jeune collègue qui en a fait la découverte, *Mytilus Biochii*.

4° *Natice* indéterminable, se rapprochant du *mutabilis*.

5° *Cerithium concavum*, Sow., variété un peu plus courte et plus renflée que le type le plus répandu.

6° *Cerithium* avoisinant le *Roissyi*.

7° et 8° *Cerithium*, deux espèces indéterminables. Tous ces fossiles, par leur aspect, aussi bien que par celles des espèces qui sont déterminées, appartiennent incontestablement à la faune des sables moyens; la couche qui les recèle est donc très-probablement la même que celle observée par M. Hébert à la place de l'Europe et ailleurs, et qui est considérée avec juste raison comme une sorte de récurrence de la mer des sables moyens venant recouvrir le vaste dépôt lacustre des calcaires de Saint-Ouen. Il est très-intéressant de constater une fois de plus que le gypse a commencé à se déposer dans les eaux d'une mer peu profonde dans laquelle vivaient encore des animaux semblables à ceux des sables moyens; la présence de ces animaux a même persévéré pendant le dépôt des premières assises de gypse, ainsi que le prouvent les observations de Prévost et de Desmarest, ainsi que celles de MM. Bioche et Fabre. Mais dès cette époque, une autre faune, jusqu'alors inconnue, commence à se manifester; ses précurseurs se mêlent au petit nombre de représentants qui subsistent encore d'une grande faune prête à s'éteindre. Cette faune nouvelle, nous la connaissons; elle caractérise la dernière grande époque du remplissage du bassin de Paris. M. Élie de Beaumont et beaucoup d'autres géologues, d'après lui, la considèrent comme le commencement de la période miocène; nous fondant au contraire sur des considérations purement zoologiques, nous avons toujours soutenu cette opinion, que les sables de Fontainebleau constituent la fin de la grande période éocène, et les faits nouveaux que nous venons de rapporter, qui prouvent le mélange des deux faunes, viennent confirmer notre opinion et nous y affermir plus que jamais. Les deux faunes ne sont pas isolées comme on l'avait cru jusqu'à présent. Au lieu d'être séparées par le phénomène considérable des gypses, c'est pendant la longue période qu'a exigée ce dépôt que les deux faunes, d'abord mélangées, se sont détachées l'une de l'autre et ont fini par être complètement distinctes.

Il est évident que l'époque géologique de l'apparition des sables supérieurs de Fontainebleau dans le bassin de Paris a

été de beaucoup antérieure à celle précédemment fixée par les géologues.

Il est également évident par la succession des observations de Prévost et de Desmarest, de M. Goubert, et enfin de MM. Bioche et Fabre, que la série entière des gypses a été déposée dans la mer; et déjà, depuis l'importante découverte de M. Hébert, de la couche marine infra-gypseuse, on pouvait soupçonner l'origine marine de cette formation intercalée qu'elle est entre deux dépôts marins.

Enfin, il n'est pas moins évident que, si la recherche des équivalents marins du gypse en dehors du bassin de Paris a été une légitime préoccupation des géologues, aussi longtemps qu'ils ont cru à l'origine lacustre de cette formation, cette préoccupation perd tout son intérêt, puisque le gypse porte en lui-même la preuve d'une origine toute différente.

1. *Cultellus Brongniarti*, Desh., Pl. VII, fig. 1.

« C. Testa elongato-elliptica, depressa, valde inæquilaterali, ex-
» tremitatibus obtusa, striis incrementi irregularibus instructa;
» latere antico brevissimo depressiusculo; apice acuto. »

Cette espèce est l'une des plus grandes de ce genre et se rapproche sous ce rapport de celle qui habite les mers de l'Inde et qui, connue sous le nom de *Solen cultellus* de Linné, est devenue le type de ce genre. Elle est la plus grande connue à l'état fossile; les deux valves empreintes sur la marne sont allongées, assez larges, très-déprimées, arrondies et obtuses aux extrémités; leur surface est couverte de fines stries transverses, inégales, irrégulières, produites par les accroissements. La coquille est très-inéquilatérale; le côté antérieur est à peine du sixième de la longueur totale. Un crochet pointu et comprimé indique le point de séparation du côté antérieur et du côté postérieur.

Nous n'avons jamais vu d'autre échantillon que celui qui a été figuré; il a été trouvé à Montmartre à la Hutte-au-Garde. Il a 75 mill. de long et 24 de large.

Collection de l'École des mines.

2. *Diplodonta Guyerdeti*, Desh., Pl. VII, fig. 2.

« D. testa ovato-subcirculari, valde convexa, inæquilaterali,
» transversim tenuissime striata; umbonibus tumidulis; lunula
» nulla, ano oblique subangulato. »

Par sa forme générale et par l'absence de lunule circonscrite, cette espèce se rapproche plutôt des Diplodontes que des Vénus ou des Cythérées; elle avoisine le *Diplodonta grata* du calcaire grossier, mais sa surface, au lieu d'être ornée de nombreuses et fines punctuations, est chargée de très-fines stries assez régulières et très serrées. La coquille est très-inéquilatérale; son côté antérieur forme le tiers de la longueur totale. Le crochet est épais, obtus, enflé, peu incliné en avant. Le corselet est limité par un petit angle décurrent, obtus, peu apparent, accompagné d'une légère inflexion.

Nous avons attaché à cette espèce le nom de M. Guyerdet, conservateur de la collection géologique de l'École des mines, en reconnaissance de la complaisance qu'il a mise à nous communiquer les échantillons déposés par Brongniart, et dont nous avons parlé précédemment.

Le *Diplodonta Guyerdeti* provient de Montmartre; il a 25 mill. de long et 28 de large.

Collection de l'École des mines.

3. *Crassatella Desmaresti*, Desh., Pl. VII, fig. 3.

« C. testa oblonga, subtransversa, depressa, inæquilaterali, antice
 » obtusa, posterius oblique truncata, angulo oblique decurrente
 » notata, lamellis tenuibus in angulo subito fractis ornata;
 » latere antico breviori, superne declivi; umbonibus parvis,
 » obtusis, oppositis. »

Cette espèce mérite une attention toute particulière pour n'être pas confondue avec celles de ses congénères dont elle se rapproche le plus. Notre coquille est oblongue, transverse, déprimée, inéquilatérale, le côté antérieur le plus large et le plus court, formant le tiers de la longueur totale; son bord supérieur, en ligne droite, est déclive, le côté postérieur est tronqué obliquement; il est limité par un angle oblique, partant du crochet et aboutissant à l'angle postérieur et inférieur des valves. Les crochets sont petits, obtus, peu obliques et opposés. Toute la surface est ornée de lames transverses, écartées, régulières, à bord tranchant qui, parvenues sur l'angle postérieur, se brisent en un angle aigu et atteignent le bord postérieur et supérieur des valves.

Il est évident, d'après la description qui précède, que cette espèce est très-voisine du *lamellosa* de Lamarck; mais elle en diffère par plus de largeur en avant, par son côté postérieur plus

étroit, par l'angle postérieur plus aigu. Son analogie avec le *compressa* est incontestable; sa forme générale est à peu près semblable dans les deux espèces; mais dans le *compressa* les lames sont moins saillantes et ne se continuent pas sur le côté postérieur si ce n'est dans le jeune âge. Enfin notre nouvelle espèce est également analogue à l'*intermedia* de Nyst, mais celle-ci est plus triangulaire, ses crochets sont pointus et saillants, le bord supérieur et postérieur est concave, enfin le côté postérieur est lisse en grande partie et la troncature terminale est moins nettement accusée.

Le *Crassatella Desmaresti* a été trouvé à Montmartre et à Argenteuil. Les grands individus ont 20 mill. de large et 30 de longueur.

Collection de l'École des mines, de M. Bioche et la mienne.

4. *Mytilus Biochii*, Desh., pl. VII, fig. 6.

« M. testa elongata, angusta, arcuata, convexa, ad apicem angu-
 » lata et acuminata, antice tenuissime striata, posterius costulis
 » planiusculis dichotomis, undulatis ornata; margine cardi-
 » nali recto, margine antico concavo, postico convexo, inferiore
 » paulo dilatato. »

Cette espèce montre beaucoup de ressemblance avec le *Mytilus Rigaulti*; cependant elle ne peut se confondre avec lui ni avec aucune de celles que nous connaissons actuellement dans le bassin de Paris; elle est allongée, étroite, assez fortement courbée dans sa longueur comme le *hastatus*; les valves sont très-convexes et cette convexité médiane aboutit à un angle qui commence au crochet; celui-ci est peu proéminent, il est dépassé par un côté antérieur très-court. Le bord cardinal est droit, le postérieur forme un angle obtus avec lui, le bord antérieur est concave. Tout le côté antérieur de la coquille depuis le bord jusqu'à la convexité médiane est garni de très-fines stries obliques; tout le côté postérieur et inférieur est orné de côtes obliques assez grosses qui bientôt se dichotomisent et après plusieurs divisions semblables se terminent sur les bords en costules beaucoup plus petites.

Cette espèce intéressante a été découverte à Argenteuil par M. Bioche dans la couche de grès sur laquelle repose la première assise de gypse. Elle a 38 millimètres de long et 19 de large.

5. *Voluta Fabri*, Desh., pl. VII, fig. 4, 5.

» V. testa oblonga, subturbinata, utrinque attenuata; spira brevi,

» acuminata ; anfractibus angustis, convexiusculis, supra bian-
 » gulatis, spiratis, inter angulos declivibus, angulo exteriore
 » crenulato, acutissimo ; ultimo anfractu magno, conoideo,
 » antice attenuato, longitudinaliter costato, costis angustis, acu-
 » tis, distantibus, sulcis distantibus, undulatis transversis, basi
 » profundioribus decussato. »

Cette remarquable espèce de *Volute* a de l'analogie avec le *de-pauperata* ; elle en a également avec le *Voluta affinis* de Brongniart ; elle nous montre des caractères qui la différencient de l'une et de l'autre. Elle est oblongue, subturbinée, à spire courte formée de tours étroits, peu convexes, costulés longitudinalement et présentant en dessus un méplat assez large, un peu concave, déclive et limité de chaque côté par un angle ; l'angle interne est appliqué contre la suture, l'angle extérieur est très-aigu et crénelé sur les premiers tours par la proéminence des côtes longitudinales, se terminant par un tubercule pointu ; sur le dernier tour, ces tubercules sont moins saillants, plus aigus et plus distants. Le dernier tour est très-grand ; il est conoïde, atténué en avant, ventru en arrière et couronné par le double angle dont nous avons parlé. La surface est ornée de côtes pliciformes, longitudinales, distantes, étroites et aiguës ; elles disparaissent insensiblement en avant. Outre ces côtes la surface montre encore des sillons transverses réguliers, peu profonds, également distants, onduleux, plus proéminents en avant ; ils produisent, en traversant les côtes, un réseau à grandes mailles quadrangulaires plus larges que hautes.

Nous avons attribué à cette espèce, nouvelle pour le bassin de Paris, le nom du jeune géologue qui a contribué à compléter la faune du gypse d'Argenteuil. Cette coquille est longue de 45 millimètres ; l'individu ayant été comprimé, sa largeur ne peut être rigoureusement déterminée.

M. Hébert fait les observations suivantes :

M. Deshayes signale dans les couches marines intercalées dans le gypse d'Argenteuil un certain nombre d'espèces des sables de Fontainebleau.

M. Hébert ne met pas en doute ces déterminations, bien qu'il n'ait encore pu rien voir de bien certain sur ce point ; mais ce mélange n'a rien qui doive surprendre. Dans l'opinion de M. Hébert, le gypse correspond à la puissante formation marine des Hautes-Alpes, à laquelle il a, avec M. Renevier, donné le nom de *terrain*

nummulitique supérieur. La faune de ce terrain est aussi une faune de mélange de fossiles éocènes et de fossiles des sables de Fontainebleau. Il n'en est pas moins vrai, comme M. Hébert croit l'avoir démontré dans le travail qu'il a eu l'honneur de présenter à la Société le 4 décembre dernier, et auquel il renvoie pour plus de développements, que la ligne de démarcation la plus tranchée vient se placer entre ce terrain à faune de mélange et d'autres assises nummulitiques plus récentes, celles de Castel-Gomberto, Salcedo, etc., qui représentent beaucoup mieux les couches de Gaas et de Fontainebleau. Dans le nord, comme dans le sud, l'horizon des sables de Fontainebleau correspond pour M. Hébert à la base du terrain tertiaire moyen, comme celui du gypse ou de ses équivalents marins correspond à la partie la plus récente du terrain tertiaire inférieur.

Rien ne prouve que la faune marine de l'époque du gypse soit devenue, pendant cette époque, la même que celle des sables de Fontainebleau, puisque l'on a constaté à Pantin l'existence de fossiles des sables de Beauchamp (*Cerithium tricarinatum*, *C. pleurotomoides*), à la base même de la masse supérieure, c'est-à-dire à un niveau plus élevé que les couches dont M. Deshayes vient de parler.

Enfin, M. Deshayes croit que le gypse s'est déposé dans le sein de l'Océan. M. Hébert ne voit dans ces minces couches d'argiles marines que le résultat d'invasions lentes et intermittentes de la mer voisine du lac où se déposait le gypse dont la cristallisation en couches minces et successives et la consolidation en bancs plus ou moins puissants exigeaient une enceinte fermée donnant lieu à une forte évaporation et eussent été impossibles au milieu des masses d'eau d'un golfe en communication libre avec l'Océan.

M. Goubert, à l'occasion de la note de M. Bioche, présente les observations suivantes :

La communication de M. Bioche est très-intéressante en ce qu'elle constate un mélange des fossiles des sables moyens et des sables d'Étampes, mélange tout à fait inattendu dans notre bassin et analogue, comme je le rappelais dans ma note insérée au *Bulletin* le 18 juin 1860, au fait relevé par MM. Hébert et Renevier au sein du nummulitique des environs de Gap. Les déterminations, si pleines de certitude, de notre éminent maître, M. Deshayes, ne laissent plus aucun doute, d'autre part, sur l'existence des espèces des sables d'Étampes au milieu du gypse, et confirment les

inductions que j'avais pages 817-818 du tome XVII de notre *Bulletin* (2^e série) touchant la classification des sables d'Étampes, de Fontainebleau et de Mayence dans l'éocène.

Il est à remarquer toutefois que l'existence du niveau fossilifère de M. Bioche, dans la masse inférieure du gypse, avait été constatée déjà par Constant Prévost. Au contraire, on n'avait pas connaissance, avant ma communication en 1860, de fossiles marins dans la masse moyenne du gypse. En 1860, la carrière Bas ne descendait pas au-dessous de la masse moyenne ; il m'avait donc été impossible de compléter ma coupe par la constatation du niveau si intéressant de M. Bioche, ainsi que des sables marins à *Mytilus* sous-jacents au gypse dans cette curieuse localité d'Argenteuil.

Les marnes feuilletées que j'ai fait connaître en 1860 restent avec leur intérêt premier. Leurs fossiles sont exclusivement ceux des sables dits *miocène inférieur* par la plupart des auteurs (*oligocène* de MM. Beyrich et Sandberger). M. Deshayes l'a rappelé tout à l'heure. Seulement, l'espèce que nous avons prise, à la suite d'une première course, dans ma note de juin 1860, pour la *Lucina squamosa* et que M. Deshayes, dans son *Supplément* avait bien voulu appeler du nom de *Venus Gouberti*, a été reconnue, par M. Deshayes lui-même, pour la *Nucula Lyelliana*, Bosquet, (*sulcata*, Bronn). Cette espèce est fort intéressante en ce qu'elle caractérise les sables marins de Cassel (oligocène supérieur), sables bien plus élevés que le niveau d'Étampes et de Mayence, puisque — dans un long mémoire sur le tertiaire d'Allemagne que j'ai lu à la Société en 1862, mais que j'ai négligé jusqu'ici de donner à l'impression — je les ai assimilés aux argiles à *Septaria* de Boom près Anvers et aux faluns du Bazadais près Bordeaux, intercalés tous deux au milieu de dépôts lacustres, synchroniques de notre calcaire lacustre de Beauce.

Je puis dès aujourd'hui annoncer à la Société que les marnes du gypse de Romainville contiennent également des bancs marins. Déjà, dans la séance du 18 mai 1860, j'avais montré des *Cérithes* — de l'horizon que j'ai nommé *supérieur* dans ma classification des sables moyens (1) — trouvés à un mètre au-dessous des marnes à cristaux de gypse fer-de-lance, dans la carrière Pintendre, à Romainville, entre la masse supérieure du gypse et la moyenne. Depuis, j'ai constaté, avec quelques-uns de mes élèves, ce même

(1) Cette classification des sables moyens a été exposée pour la première fois en 1859 (*Bull.*, 2^e sér., t. XVII, p. 444 ; voy. aussi la séance du 18 mars 1864, p. 450).

niveau, en place, dans la carrière Brochet, voisine de la précédente. J'ai de plus découvert deux autres lits à fossiles marins dans ces marnes du gypse de Romainville-Pantin. L'un existe dans les marnes mêmes à fer-de-lance (carrière Brochet); l'autre (carrière Collet, voisine des deux précédentes, et carrière Pintendre), au-dessous de la masse moyenne, représente stratigraphiquement l'horizon que j'ai indiqué à Argenteuil; ce sont les mêmes marnes fossiles, bariolées de dessins ferrugineux. La troisième masse n'étant pas en ce moment exploitée à Romainville sur une assez grande hauteur, je n'ai pu chercher le niveau de M. Bioche, que M. Ch. d'Orbigny semble d'ailleurs avoir constaté tout près de là, dans les fondations de la gare de l'Est.

Voilà donc reconnus, pour les marnes du gypse, quatre lits ou horizons marins. Ce sont, en allant chronologiquement de bas en haut :

Marnes inférieures à la masse inférieure (Argenteuil; M. Bioche).

Marnes inférieures à la masse moyenne (Argenteuil, Romainville).

Marnes inférieures au niveau des cristaux fer-de-lance (Romainville).

Marnes à fer-de-lance, immédiatement sous-jacentes à la masse supérieure (Romainville).

Quand on cherche dans les carrières de Romainville-Pantin, ce n'est pas du premier coup qu'il est donné de constater des fossiles. Il ne s'agit plus de l'abondance excessive des empreintes ou moules que présentent les schistes à Lucines d'Argenteuil. Jusqu'ici je n'ai pas constaté ces marnes fissiles dans les carrières précitées. Mais, en marchant vers Noisy-le-sec, à un kilomètre à peine de la carrière Collet, avant d'arriver au village, on rencontre dans la plaine même une exploitation où la masse moyenne et l'inférieure sont à jour. Là, en contre-bas du four à plâtre, dans les marnes sous-jacentes à la masse moyenne, il est aisé de constater, en fendant les lits marneux mouchetés de points et lignes rouges dont j'ai parlé plus haut, quelques empreintes, souvent très-nettes, de Turritelles (*T. incerta* des sables moyens) et de Lucines, comme sur le territoire de Romainville. Un peu au-dessus sont des marnes fissiles très-blanches; elles m'ont fourni en abondance des plaquettes couvertes de moules et d'empreintes, identiquement les mêmes qu'à Argenteuil. La *Corbula subpisum* domine ici. Quelques Turritelles paraissant se rapporter à la *T. incerta* sont mêlées à ces fossiles. Ces marnes présentent en outre de nombreuses

formes cristallines fort nettes. Constant Prévost les attribue à des retraits, mais cette opinion ne nous satisfait pas complètement. Dans les échantillons de retraits qu'il nous a été donné d'observer, par exemple dans les belles géodes de calcaire avec sulfate de strontiane, des bancs à *Cerithium plicatum* de la Ferté-Aleps, dans les concrétions à retraits des caillasses ou des marnes de Saint-Ouen, il existe toujours des fissures entre les retraits de forme polyédrique plus ou moins nettement accusées, plus ou moins régulières. Ici il s'agit de formes cristallisées prises dans la masse même de la marne, sans fissures ambiantes, toujours très-régulières. Deux formes prédominent. L'une se rapporte à des moules de rhomboèdres parfois déprimés, avec arêtes vives de 0^m,02 de long à 0^m,10; ces trois systèmes d'arêtes se croisant à 60°, chaque arête est en saillie dans une moitié de la forme cristalline, en creux dans l'autre. La seconde forme est constituée par des empreintes d'octaèdres, à deux arêtes de 0^m,03 de long, se croisant sous un angle de 90°. Dans l'une et l'autre il existe des stries régulièrement superposées. On pourrait croire à de la pyrite. Il faudrait d'ailleurs mesurer les angles pour décider s'il s'agit réellement de cristaux.

Voilà donc les espèces d'Argenteuil, c'est-à-dire des sables dits *miocènes*, constatés près de Romainville, et peut-être mêlés à quelques types de l'éocène. Le fait est d'autant plus intéressant qu'à cette partie E. de Paris, les fossiles présentés par les marnes du gypse, dans les trois niveaux *supérieurs* dont je parlais plus haut, se rapportent à la faune des sables moyens, du moins ceux que j'ai recueillis jusqu'ici. Il en est de même pour les empreintes constatées à l'horizon des schistes d'Argenteuil dans les carrières de Pantin-Romainville. Je ne fais exception que pour deux moules et empreintes de *Ficula*. Il semblerait donc y avoir à Pantin-Romainville-Noisy alternance de la faune oligocène et de celle des sables moyens. Là aussi la mer qui nourrissait déjà, dès l'époque du gypse, quelques représentants de la faune oligocène, put pousser quelques sédiments précurseurs, bien que, je le répète, sauf à la carrière de Noisy, les espèces marines du gypse, dans cette partie du bassin parisien, appartiennent à la faune des sables moyens.

Je dois encore ajouter que, la plâtrière de Noisy mise à part, les fossiles que j'ai constatés dans les quatre niveaux de Romainville sont, une Cardite exceptée (carrière Collet, au-dessous de la masse moyenne), des gastéropodes exclusivement : Cérithes et Turritelles surtout, Natices, Bithynies, etc. Au contraire, dans les

schistes à Lucines, que j'ai découverts à Argenteuil en 1860 et que je viens de revoir à Noisy-le-Sec, il n'existe guère que des bivalves.

Que les marnes du gypse soient marines ou du moins saumâtres, c'est un fait paraissant déjà acquis à la science. Il en est probablement ainsi du gypse lui-même. Si l'on n'y a pas encore constaté de mollusques, ne serait-ce pas un peu la conséquence de la négligence que la plupart des géologues affectent pour les recherches, bien ingrates, il est vrai, au milieu de roches cristallisées partout homogènes ? Mais, s'il a suffi de se donner la peine d'examiner attentivement pour trouver des niveaux fossilifères dans les marnes du gypse, n'en serait-il pas de même pour le gypse ? Ne serait-il pas le résultat d'une transformation chimique d'un calcaire préalablement déposé dans des eaux saumâtres ?

M. Guyerdet rappelle que les fossiles de l'École des mines dont vient de parler M. Deshayes proviennent d'une coupe détaillée et fort ancienne de la butte Montmartre faite par Cuvier et Alex. Brongniart, et donnée par eux en 1812 au cabinet de minéralogie de la Direction générale des mines. Le niveau fossilifère dont a parlé M. Bioche s'y trouve représenté par des marnes jaunes très-fissiles, remplies de nombreux moules de fossiles. On y voit entre autres plusieurs exemplaires d'un oursin que M. Desor a nommé *Prenaster Prevosti*. Cuvier et Brongniart avaient aussi découvert à ce même niveau des ossements dont il existe des fragments dans leur collection de Montmartre et qu'il serait utile de déterminer.

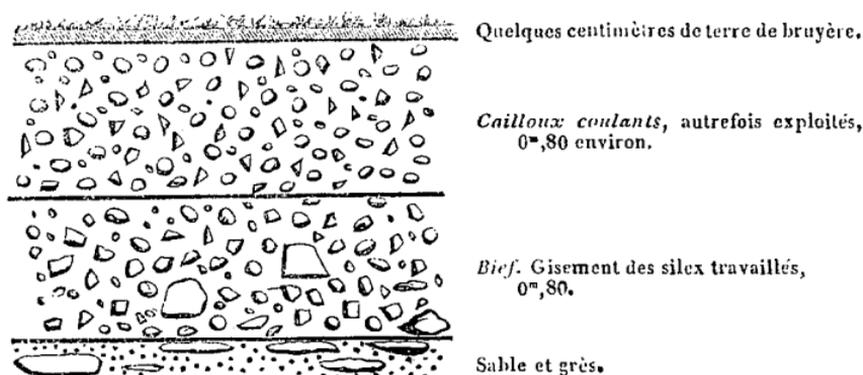
Enfin M. Guyerdet ajoute qu'il a reconnu le même niveau fossilifère au boulevard Malesherbes, mais ne renfermant toujours que des moules de fossiles.

M. Dangleure lit la note suivante :

Sur un gisement de silex travaillés existant dans la commune de Vaudricourt, près de Béthune (Pas-de-Calais) ; par M. E. Dangleure.

On exploite dans la commune de Vaudricourt, à trois kilomètres sud-sud-ouest de Béthune, au lieu dit, d'après la carte du Dépôt de la guerre, le Bois des montagnes, à 40 mètres d'altitude, un diluvium assez étendu, mais peu épais (80 c. environ) où l'on trouve un grand nombre de silex travaillés semblables à ceux

que l'on recueille à Saint-Acheul, près d'Amiens. Ce diluvium repose sur des sables et des grès tertiaires; il est composé de silex de la craie roulés ou brisés, enveloppés dans un sable argileux très-collant; quelques grès se voient parmi les cailloux. Il avait autrefois une puissance à peu près double de celle qu'il a aujourd'hui, mais la partie qui manque étant plus meuble, quoiqu'avec une composition presque semblable, a été exploitée de préférence il y a plusieurs années. Les ouvriers lui donnent le nom de *cailloux coulants* et appellent *bief* le diluvium qui reste. On peut reconnaître d'après les parties du diluvium supérieur qui existent encore, qu'il n'a jamais été recouvert par le loess: il ne supportait que quelques centimètres de terre de bruyère. Le petit croquis ci-dessous peut donner une idée de la formation complète :



C'est dans le bief que se recueillent les silex travaillés. Je n'en ai pas vu en place, mais le propriétaire du terrain, que je connais particulièrement, et les ouvriers m'ont certifié le fait. On trouve avec ces silex des fossiles de la craie marneuse qui existe à quelque distance de là et des fossiles du gault et du terrain jurassique des environs de Boulogne-sur-mer. J'ai reconnu une *Ammonites Deluci* et des moules de bivalves que l'on voit répandus sur la plage de Boulogne. Cette dernière circonstance indiquerait que le diluvium est venu du nord-ouest. On n'a point remarqué d'ossements.

Lorsque l'on a exploité la partie supérieure du diluvium, on y a trouvé une foule d'objets annonçant une station romaine prolongée sur ce point. C'était des poteries, des briques, des tuiles, des médailles, etc. On a aussi découvert plusieurs puits maçonnés.

M. de Baulaincourt, propriétaire du terrain, qui habite le château de Vaudricourt, a chez lui une collection intéressante de tout ce qui a été trouvé dans les deux diluvium.

Séance du 19 février 1866.

PRÉSIDENTENCE DE M. ED. LARTET.

M. Alf. Caillaux, 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. WYROUBOFF (Grégoire), professeur de minéralogie, rue Pokrovka, maison Swinine, à Moscou (Russie); présenté par MM. Deshayes et Ém. Goubert.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Édouard Dupont, *Études sur les cavernes de la Lesse et de la Meuse, explorées jusqu'au mois d'octobre 1865* (extr. des *Bulletins de l'Acad. R. de Belgique*, 2^e sér., t. XX, n^o 12), in-8, 29 p., 1 pl.; Bruxelles; chez M. Hayez.

De la part de M. Charles Martins, *Sur la possibilité d'atteindre le pôle nord. — Causes de l'insuccès des tentatives antérieures. — Expéditions projetées en Angleterre et en Allemagne* (extr. de la *Revue des deux mondes*, 15 janvier 1866), in-8, 40 p.; Paris, 1866; chez Claye.

De la part du gouvernement hollandais, *Carte géologique des Pays-Bas*, feuilles 6, 10 et 23, Texel, Kennemerland et Peel.

De la part de M. J. L. Combes, *Études géologiques sur l'ancienneté de l'homme et sur sa coexistence avec divers animaux d'espèces éteintes ou énigrées dans les vallées du Lot et de ses affluents, la Thèze, la Lémance et la Lède (Lot-et-Garonne)*, in-8, 40 p., 1 pl.; Agen, 1865; chez Prosper Noubel.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, n^{os} 6 et 7; in-4.

Annales des mines, 6^e sér., t. VIII, 4^e livr., 1865; in-8.

L'Institut, in-4; n^{os} 1675 et 1676; 1866; in-4.

Mémoires de la Société imp. d'agriculture, etc., d'Angers, t. VIII, 2^e cahier; 1865, in-8.

The Athenæum, n^{os} 1998 et 1999; 1865; in-4.

The American Journal of science and arts, by Silliman, janv. 1865; in-8.

The Canadian Journal of industry, science, and art, nov. 1865; in-8.

The Canadian Naturalist and Geologist, juin et août 1865; in-8.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, mai, juin, juillet, 1865; in-8.

Naturkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie, 2^e sér., t. III, liv., 1-3, 1865; in-8.

Revista minera, n^{os} 376, et 377; 1^{er} et 15 févr. 1866; in-8.

M. Frignet fait la communication suivante :

Coup d'œil sur la constitution géologique et minière de la Californie et des territoires voisins (1^{re} partie); par M. Ern. Frignet (Pl. VIII).

La Californie a eu, au point de vue scientifique, de singulières destinées. Inconnue du monde savant, à peine visitée par les navigateurs avant 1848, elle doit à un fait, sans exemple depuis le xvii^e siècle, la merveilleuse prospérité dont elle jouit. La découverte de l'or dans les sables de ses rivières et de ses collines attira sur son territoire un peuple d'émigrants et d'aventuriers de toutes conditions et de tous pays, plus empressé de chercher la fortune dans les hasards des *placers* et des *diggings* que dans la paisible exploitation du sol.

Dans cette vie fiévreuse des premiers temps, il n'y eut guère de place pour l'étude calme et patiente de la contrée. Le petit nombre de savants que la curiosité ou les circonstances déterminèrent à visiter la Californie à cette époque durent céder à l'entraînement général et se livrèrent à la recherche des placers, beaucoup plus qu'à l'examen géologique de cet étrange pays.

Il y a dix ans à peine que l'épuisement des placers d'alluvion et la dispersion de la partie nomade de la première émigration ont fixé l'attention publique sur les roches métallifères et par suite sur la constitution géologique de la Californie. Les recherches, dirigées d'abord dans un but exclusif de spéculation, sans ordre et sans

méthode, révélèrent néanmoins l'infinie variété des richesses minérales enfouies dans cette région. L'or, le mercure, l'argent, le cuivre, l'étain, pour les métaux, le borax, le soufre, le charbon de terre, le pétrole, pour les produits minéraux, apparurent de tous côtés, tandis qu'on signalait çà et là l'existence de pierres précieuses, dont l'exploitation est restée jusqu'à présent négligée en présence de tant de richesses.

Chacune de ces découvertes provoquait l'enthousiasme et donnait lieu aux engouements les plus exagérés de la part d'une population aussi hardie qu'impressionnable. Il y eut à la fois des fortunes et des ruines inouïes, par suite de ces entraînements aveugles d'individus ignorants ou mal renseignés. On comprit de toutes parts la nécessité d'un travail d'ensemble qui fixât les esprits sur la constitution géologique du pays et mît le public en garde contre les découvertes hasardées ou frauduleuses dont quelques spéculateurs avisés avaient su trop facilement tirer parti. Ce travail a été entrepris au nom de l'État de Californie par des ingénieurs géologues, auxquels se joignirent bien souvent de zélés propriétaires de mines. Mais, quoique très-avancé, du moins pour quelques parties du territoire, ce travail est loin d'être achevé, et c'est à peine si les treize volumes dont il doit se composer pourront être mis sous presse avant un an (1).

Ainsi, tandis que dans les autres contrées, la science a précédé la colonisation, en signalant les richesses du sol à exploiter, en Californie, la science est venue contrôler et confirmer les découvertes dues au hasard ou aux tentatives de pauvres mineurs (2).

En attendant l'importante publication du *Board of geology*, il est intéressant de connaître au moins sommairement la géologie d'une contrée qui a déjà causé et qui tient encore en réserve plus d'une surprise au monde savant.

Limites géologiques de la Californie. — Si, par le traité de 1846 (3), la Californie américaine a pu être aisément délimitée au sud, par une ligne tracée de la baie de San Diego au confluent du Colorado et de la rivière Gila, — au nord, par une autre ligne

(1) Dans son message à la législature californienne, du 6 décembre 1865, le gouverneur J. F. Low recommande le vote des sommes suffisantes pour l'impression du grand travail géologique entrepris par les ingénieurs de l'État.

(2) C'est au *prospect* de simples mineurs qu'on doit la découverte des plus riches gisements.

(3) Le traité de Guadalupe Queretaro entre les États-Unis et le Mexique.

tirée de la baie du Pélican jusqu'à l'est du *Goose lake*, — à l'ouest, par l'Océan Pacifique, — et à l'est par la ligne de partage de la Sierra-Nevada, géologiquement il est impossible de séparer la Californie des territoires voisins, au sud — de la basse Californie et de la Sonora mexicaines, au nord, des États ou territoires de l'Oregon et de Washington, et à l'est, du grand plateau de l'Utah occidental.

Relief général de la contrée. — Toutes ces provinces, en effet, sont traversées par les mêmes chaînes de montagnes et forment une bande de terrains accidentés dont le relief va s'élevant sans cesse du niveau de l'Océan jusqu'au sommet de la première chaîne, dite des *Coustrange* à 1200 mètres en moyenne au-dessus du niveau de l'Océan, et de là, par une plaine ondulée (de 100 mètres en moyenne), jusqu'aux crêtes de la Sierra-Nevada dont les glaciers (3000 mètres de hauteur en moyenne) dominant à la fois le littoral du Pacifique et le haut plateau central de l'Utah (1800 à 2000 mètres de hauteur).

Du 23 au 55° degré de latitude N., cette zone présente avec les parages correspondants de l'Atlantique une analogie frappante : même configuration, même distribution des baies, des caps, des promontoires, mêmes changements brusques de climats, à la hauteur des caps Hatteras et Concepcion, même origine, même constitution sédimentaire, du moins pendant une partie des âges géologiques (1). Mais, tandis que les côtes atlantiques, baignées par le courant arctique, depuis le cap Cod jusqu'au cap Hatteras, subissent les rigueurs d'un hiver prolongé, sans être protégées contre les chaleurs de l'été, les côtes du Pacifique et particulièrement de la Californie reçoivent la douce influence du courant de Tesson ou du Japon, qui les suit dans toute leur étendue depuis l'Amérique russe jusqu'au cap San Lucas, à l'entrée du golfe ou mer de Cortès (2).

Influence climatique du courant de Tesson ou du Japon. — Ce courant, qui, dans cette portion de son parcours, a reçu le nom de *courant de Californie*, prend ce qu'on pourrait appeler son origine dans l'archipel de Formose ou du Japon. Il traverse le grand Océan septentrional de l'ouest à l'est, s'élevant progressivement

(1) Voy., pour le développement de ce parallèle, *La Californie*, histoire, organisation politique, législation, etc., du même auteur, Paris, p. 363 et suiv.

(2) De Kerhallet, *Considérations sur l'Océan Pacifique*, etc., Paris, chez Robinet, p. 29.

jusqu'au 55° degré de latitude nord, où il rencontre, au large de Sitka (Amérique russe) le courant du détroit de Behring qu'il surmonte par le peu de densité des eaux. Il s'infléchit ensuite brusquement vers le sud, le long de la côte de Californie, jusqu'au cap Saint-Lucas, d'où, changeant encore de direction, il va de l'est à l'ouest, sous le nom de *courant équatorial*, traverser de nouveau l'Océan et rejoindre à Formose son point d'origine.

C'est ce courant qui, à la fin du xvi^e siècle, a servi de grande route au commerce des Indes et du Mexique et dont l'Espagne a su si longtemps conserver le secret. Son influence procure aux côtes de Californie les merveilleux avantages dont elles jouissent, la régularité des vents et l'uniformité de climats.

En hiver, ses eaux, échauffées par le soleil des tropiques, viennent apporter aux côtes de la Californie la douce température du midi de la Chine et du Japon. Sous l'effort des vents de nord-ouest dominant en cette saison, les nuages dilatés par la chaleur du courant, s'élèvent et se dissipent, laissant au-dessus du littoral l'atmosphère pure et sereine pendant les mois de décembre à avril (1) : c'est l'hiver des Açores ou plutôt de Madère.

En été, la même cause produit l'effet contraire. La brise du courant rafraîchit l'atmosphère qu'elle échauffait l'hiver. Le matin, l'air encore humide de la rosée de la nuit se pénètre doucement aux premiers feux du soleil. Le ciel est pur, le rayonnement dans l'espace s'opère sans obstacles. Les murmures confus du réveil de la nature succèdent au silence de la nuit et se transmettent au loin, à travers les couches immobiles de l'atmosphère. L'équilibre semble parfait. Mais bientôt la terre a ressenti les effets du soleil. Dès dix heures du matin, l'air échauffé se dilate, s'élève, et passant par dessus les sommets des Coastrange, rencontre les brises de mer plus froides et plus denses. L'échange s'opère entre ces courants atmosphériques de température et de vitesses inégales. La brise de terre va se perdre en folles bouffées dans les hautes régions. La brise de mer, au contraire, chargée de vapeurs que le courant opposé comprime dans sa marche, s'avance en rasant la terre, et va porter jusque dans les plaines du littoral son voile de

(1) La moyenne des observations de dix années donne pour la Californie 220 jours par an absolument clairs, 85 de temps couvert, et 60 jours de pluie. Pendant l'année et pour la même période d'observations, les températures moyennes sont : pour janvier, 49° (Fahrenheit) et pour juillet 57 à 58°. Funchal seul peut donc rivaliser avec San-Francisco pour l'égalité de la température. (*La Californie, etc.*, p. 360.)

brouillards rafraîchissants. Sa force croît en même temps que le soleil. A deux heures, le vent souffle du large avec violence. Les colonnes de brouillards courent rapidement au niveau du sol qu'elles arrosent et pénètrent avant de s'évaporer sous l'action de la chaleur solaire. L'air est presque froid, tandis qu'on voit au loin les sommets des montagnes et les plaines de l'intérieur brûler sous les rayons d'un soleil tropical. A cinq heures, le vent s'apaise, le brouillard se dissipe; l'équilibre se rétablit dans cette atmosphère tout à l'heure si violemment agitée, et le calme du soir devient aussi profond que celui du matin.

L'uniformité de la température qui fait des côtes de la Californie l'un des plus beaux pays du monde n'a donc pas d'autre cause que le voisinage du courant du Japon, comme, dans l'hémisphère austral, le courant de Humboldt procure aux côtes du Pérou et du Chili le climat qui leur a valu la renommée d'un paradis terrestre.

Au sud de la baie de Monterey, le courant continue sa marche jusqu'à l'extrémité de la basse Californie; mais son influence dépasse rarement les sommets des montagnes du littoral. Le climat reprend dans l'intérieur ces brusques alternances de froid et de chaud qui caractérisent les hautes régions intertropicales. Elles sont surtout sensibles au pied de la Sierra Madre; dans la presqu'île de Californie, le peu d'élévation de la chaîne ne permet pas la persistance des neiges au-delà de quelques semaines.

Caractères tranchés des deux chaînes du littoral et de l'intérieur. — Du reste, quoique les deux chaînes présentent dans tout leur parcours des caractères très-tranchés, elles portent également l'empreinte profonde de l'action éruptive et volcanique qui les a soulevées à des époques différentes et qui s'exerce encore de nos jours sur plusieurs points de cette vaste région, sous forme de geysers, de solfatares, de volcans de boue, etc.

Action de la force éruptive sur l'une et l'autre. — Cette action éruptive a donné lieu aux accidents de métamorphisme les plus curieux et les plus variés, principalement dans la chaîne du littoral, de formation tertiaire et quaternaire. Sur toute l'étendue des Coast Range, c'est-à-dire sur une longueur de plus de 30 degrés, du cap Saint-Lucas au cap Mendocino, il est peu de roches qui ne porte la trace évidente des altérations que notre savant confrère, M. Delesse, a si soigneusement décrites dans ses remarquables études sur le métamorphisme (1).

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XII, 1857.

C'est donc sur cette chaîne que notre attention doit se fixer tout d'abord.

Chaîne du littoral dans la basse Californie. — Du sud au nord, la chaîne du littoral court depuis le cap Saint-Lucas, à l'entrée du golfe de Californie (mer de Cortès), le long de la presqu'île de la basse Californie dont elle forme l'arête principale en s'étendant de l'une à l'autre mer. Plus loin, vers le 27°, 30', elle s'éloigne de l'Océan et se rapproche, aux environs de San Ignacio, des contre-forts de la Sierra Madre. Dans cet espace s'ouvre une plaine fertile d'environ 25 milles de large qui se continue dans la haute Californie jusqu'à Los Angeles.

Dans ce parcours d'environ dix degrés de latitude, la chaîne ne porte pas de nom géographique proprement dit. Elle emprunte celui des rares et pauvres bourgades que les anciens missionnaires ont fondées à ses pieds, dans des vallées mieux pourvues d'eau et de pâturages que le reste de la contrée. Sauf ce qu'on peut en apercevoir, en naviguant le long des côtes, cette partie de la chaîne est inconnue ou peu s'en faut. Les habitants pauvres, ignorants, adonnés à la culture de quelques champs de maïs et à l'élevage du bétail, sont incapables d'une exploration intelligente et peut-être plus indifférents encore, par l'effet de leur apathie naturelle, à la découverte de richesses métalliques qui n'ont guère amélioré le sort de leurs voisins de la Sonora.

Chaîne du littoral dans la haute Californie. — Il en est tout autrement, dès qu'on a franchi les limites politiques de la Californie. Les renseignements abondent et toutes les parties de la chaîne ont été explorées, quoique avec des chances inégales.

Coastrange. — Sur toute son étendue, depuis San Diego jusqu'à la pointe Saint-Georges et dans l'État de l'Orégon, la chaîne a reçu le nom de *Coastrange*, qui la distingue de la Sierra Nevada et de ses contre-forts.

Devenue plus puissante, par sa rencontre, aux limites mêmes de l'État de Californie, avec le système de montagnes de l'Arizona et de la Sonora mexicaine, la chaîne des *Coastrange* prend et imprime à tout le littoral une direction sud-est et nord-ouest.

Sa division en trois parties. — Elle se divise en trois parties nettement séparées par leurs caractères orologiques, leur climat et la composition des roches qui y prédominent.

La partie méridionale s'étend de San-Diego à la baie de Monterey du 32° au 36°, 30' de latitude nord; — la partie centrale, de la baie de Monterey à l'embouchure de la rivière russe (du 36°, 30' au 38°, 45'); — enfin la partie septentrionale de ce point jusqu'au pa-

rallèle du mont Shasta, aux frontières de l'Orégon, c'est-à-dire jusqu'au 41°, 25' de latitude N.

Toutes trois sont le résultat de l'action éruptive qui a soulevé les Coastrange à une époque voisine de la période quaternaire. Mais il semble que cette force se soit exercée plus puissamment dans la partie méridionale, autour de San Diego et de los Angelès. Les rameaux de la chaîne y sont plus nombreux, plus pressés les uns contre les autres, les pics plus élevés, les versants plus abruptes et plus dénudés, les couches sédimentaires plus inclinées et plus profondément altérées. En jetant un regard sur la carte de la Californie, on demeure frappé de l'aspect de confusion que présente la Coastrange autour du cap Concepcion. C'était évidemment le centre du soulèvement de cette partie de la chaîne. On croirait que la force éruptive a hésité sur ce point dans sa direction principale, et qu'elle a fait effort autour d'elle, au sud et à l'est, avant de produire vers le N.-O. l'immense déchirement de couches sédimentaires dont la dislocation forme le relief de la Coastrange et de ses contre-forts.

Partie méridionale. — Géologiquement, la partie méridionale de la Coastrange comprend, outre les comtés américains de San Diego, de los Angelès et de San Bernardino, les grandes plaines désertes et presque inexplorées qui s'étendent sur les deux rives du Colorado, dans le Castle Dome et l'Arizona.

Ainsi que nous venons de le dire, vers le 27°, 30', la chaîne s'éloigne du Pacifique et s'infléchit vers le N.-E. Après avoir contourné le golfe de Californie, elle se dirige droit au N. jusqu'au confluent de la rivière Gila et du Colorado. A ce point elle forme avec la chaîne de la Sierra Madre le défilé *de la Paz*, à l'entrée duquel les Américains ont construit le fort Yuma, qui commande tout le désert du Castle Dome et des Apaches. C'est le premier point de contact des deux grandes chaînes, l'une de formation primitive et secondaire, qui se retrouve plus loin dans la Sierra Nevada, l'autre de formation tertiaire et quaternaire qui constitue la Coastrange.

Coup d'œil sur la Sierra Madre et le Castle Dome à l'E. du Colorado. — A l'est du Colorado, au milieu des déserts rocheux du Castle Dome et de l'Arizona, les roches pyrogènes, granites, porphyres quartzifères, syénites, etc., ont fait irruption à travers les gneiss, les calcaires et les schistes anciens et ont formé dans les Antelopes Peaks, et les Castle Dome Range, ces sommets hérissés, ces flancs dénudés qui donnent à cette partie du Colorado l'aspect sombre et sauvage qu'ont signalé les explorateurs. En amont et

près du fort Mohave (*Mohave Range*), les serpentines et les trachytes apparaissent en masses puissantes alternant avec des couches sédimentaires dont on n'a pas encore nettement déterminé la relation par rapport aux premières, tant les bouleversements de cette contrée ont été nombreux et violents.

Du reste, l'étude de ces régions désertes est loin d'être assez avancée pour permettre de formuler une opinion précise sur les effets qu'y a produits la survenance des roches pyrogènes. Il faut autre chose que de rapides excursions, ou la vue de quelques échantillons incomplets et choisis dans un but de spéculation, pour connaître exactement la géologie d'un pays. On peut affirmer néanmoins que cette région renferme un grand nombre de filons métallifères, d'une grande richesse pour la plupart. Mais les difficultés de l'approvisionnement dans un désert affreux, exposé sans cesse aux incursions des Indiens Apaches, n'ont pas permis d'exploiter d'une manière suivie les gisements signalés par les voyageurs ou les résidents militaires qu'y entretiennent les États-Unis (1).

Coastrange. — A l'ouest du Colorado, au contraire, le pays change de nature comme de composition géologique. Aux formations primitives et secondaires succèdent, jusqu'à l'Océan et le long du littoral, les formations tertiaires et quaternaires. L'action éruptive s'y est exercée puissamment aussi; mais elle a produit des effets tout différents.

La direction dans le comté de San Diego. — Du fort Yuma, où semblent se toucher les deux chaînes et qui commande le défilé du confluent du Colorado et de la Gila, la Coastrange prend, quoiqu'avec quelques interruptions, la direction N.-O. Les *Chimney Peaks*, les *mountains Point*, les glaciers de Cabezon, le mont San Jacinto et le San Bernardino forment la ligne de faite de cette partie de la chaîne, ligne qui s'élève de 12 à 4500 mètres au-dessus du niveau de la mer et va rejoindre, dans le comté de los Angeles, la grande masse trachytique des monts Pinos et Parkinson.

Sur toute cette étendue d'environ 250 milles anglais, l'action éruptive n'a pas cessé de se manifester, tantôt par le soulèvement, tantôt par l'effondrement des couches sédimentaires. Malgré le bouleversement qu'ils ont occasionné, il semble que la première

(1) Les principales exploitations portent sur des mines d'or, comme celles du *Castle Dome*, dites mines du Colorado, celles du *Coso* ou *Coso* — district au nord de la chaîne Mohaves; — sur des mines d'argent encore peu développées et des mines de cuivre aux environs du fort Yuma.

apparition des phénomènes éruptifs ne remonte pas au delà de l'époque tertiaire moyenne (miocène) ou même supérieure (pliocène). Les grès, les marnes, les calcaires qui composent les principales masses de la Coastrange, presque partout métamorphiques, présentent néanmoins de grandes analogies de caractères avec les couches fossilifères des autres comtés du nord de la Californie et semblent dériver d'une origine lacustre.

Quoique cette vallée, du fort Yuma au San-Bernardino, ait été souvent parcourue par les colonnes d'émigrants de la Sonora mexicaine et des États du sud de l'Union américaine, on n'y a découvert aucun filon métallifère digne d'exploitation. En revanche, elle est le théâtre de phénomènes volcaniques des plus remarquables.

Mud volcanoes. Entre la chaîne des monts San-Jacinto et celle des glaciers de Cabezon, au pied même des monts Coyotes, s'ouvre une large plaine dont le fond présente par rapport aux vallées voisines une dépression de 30 à 40 mètres au-dessous du niveau de la mer. Une boue fluide de cendres et de matières volcaniques forme le sol de cette plaine; des jets de vapeur sulfureuse la traversent en tous sens, lançant à de très-grandes hauteurs tout ce qui s'oppose à leur passage. Les Américains ont, avec raison, nommé ce lieu *Mud volcanoes*, volcans de boue; car la contrée n'est qu'un vaste cratère sans cesse en ébullition, qui, par l'effet des infiltrations de l'Océan, lance, sous forme de boue et de vapeur, les cendres et les scories que les autres volcans vomissent sous forme ignée.

Quelle est la relation de ce phénomène avec le grand plateau volcanique des Cordillères? Existe-t-il quelque communication souterraine entre cette partie de la Coastrange et les hautes cimes des volcans de Colima, de la Sonora et du golfe de Californie? La solution de ces questions exigerait un long séjour dans ces contrées désertes, où la nature se refuse presque à l'entretien de la vie humaine.

Cette dépression des *Mud volcanoes* se continue au sud-est jusqu'au lac desséché dit *Dry Gulches*. Partout le sol est couvert de scories, de cendres trachytiques, formant des couches, des conglomérats, etc. A l'ouest, jusqu'au Pacifique, la formation quaternaire est demeurée intacte. Elle se présente aux environs de San Diego sous forme de collines tantôt calcaires, tantôt arénacées qui se confondent avec la chaîne des dunes du littoral, d'origine toute moderne. Cette formation s'étend le long du littoral sur 125 milles d'étendue et sur une largeur de 25 milles environ

depuis l'Océan jusqu'aux pieds de la Coastrange proprement dite.

Coastrange proprement dite. Massif central. — Au delà de los Angelès, la Coastrange se rapproche du Pacifique pour former les puissantes masses de Santa Inez et du cap Concepcion. C'est le point d'intersection des formes éruptives, l'une agissant dans la direction nord-ouest par le soulèvement des montagnes que nous venons d'indiquer, l'autre dans la direction nord-nord-ouest, et produisant le soulèvement de la Coastrange proprement dite, depuis los Angelès jusque dans les plaines de l'Orégon (1).

Ces deux soulèvements paraissent du reste contemporains ; ils appartiennent, le dernier surtout, à la plus récente des périodes tertiaires, car la formation crétacée y a subi dans toute l'étendue un déplacement considérable. Les couches de grès, de schistes supérieurs, de calcaire noir ont été déchirées par la survenance de masses trachytiques (trachytes proprement dits, porphyres trachytiques, porphyres quartzifères). Les roches ophiolitiques (serpentes, euphotides, syénites, etc.), qui se retrouvent plus au nord en masses prédominantes, n'apparaissent qu'accidentellement dans cette partie de la chaîne. Elles enveloppent cependant les filons métallifères de la Soledad (mines d'argent), du San Bernardino (mines d'or), tandis que les filons cuprifères du district des Coppermines de la Soledad traversent des schistes métamorphiques alternant avec des conglomérats trachytiques.

Ce district minier est la seule partie du massif qui ait fait l'objet d'études détaillées. Plus au nord, l'absence, au moins probable, de filons métallifères, l'élévation de la chaîne, l'étroitesse des vallées ou cols qui relient les différents rameaux ont fait obstacle à la colonisation et rendent difficile un long séjour dans cette région. On n'a pu jusqu'ici considérer cette partie de la chaîne que de loin et dans son ensemble.

Aspect général de la chaîne et de ses rameaux. — Les masses pyrogènes qui forment la masse centrale et les formes de cette partie de la Coastrange présentent toutes à peu près le même

(1) Cette direction N. N. O. a cela de remarquable qu'elle présente une grande analogie avec celle d'autres soulèvements trachytiques survenus à la même époque géologique, notamment avec le soulèvement trachytique de l'Albanie (Turquie d'Europe). Voy. A. Viquesnel, *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe* (*Mém. Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. V, p. 35, 1842). — D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, t. III, p. 442.

aspect. Elles s'élèvent en pics aigus, affectant une forme cristalline et colonnaire, qui indique assez la nature des roches qui les composent. Le long de leurs flancs s'appuient les couches calcaires et arénacées de la période quaternaire, marnes, grès et schistes bitumineux alternant quelquefois avec de minces couches de lignites (1).

Rameaux de Santa Inez et de San Rafaël. — Du massif des monts Pinos et Parkinson se détachent, dans toutes les directions, de puissants rameaux. A l'est, le rameau de Tejon qui va se relier par des cols et des cîmes de 1500 à 1800 mètres de hauteur avec la partie méridionale de la Sierra Nevada, dans les comtés de Tulare et du San Bernardino (2). A l'ouest, le rameau de Santa Suzanna, brusquement interrompu par l'Océan, mais qui se continue au-delà par la chaîne d'îlots de Santa Cruz, Santa Rosa et San Miguel, dans le canal de Santa Barbara; c'est la même direction, le même aspect, la même composition géologique (3). Au nord-ouest, les trois rameaux de Santa Inez, de San Rafaël et de la chaîne principale, les deux premiers à peine séparés par des cols et d'étroites vallées; entre les deux autres, la petite plaine de la Purissima, siège d'une petite colonie (4).

Rameau de Sainte-Lucie. — Au delà du comté de Santa Barbara, la ramification se simplifie. Elle se réduit au chaînon de Sainte-Lucie et au rameau principal, muraille montagneuse qui s'étend sans interruption sur 300 milles de longueur, rappelant, mais avec de plus grandes proportions, la chaîne du Caucase supérieur.

Entre ces deux rameaux s'étendent les fertiles plaines des comtés de Monterey et de Santa Clara, dans lesquelles rien n'est

(1) C'est dans les parties inférieures de ces grès bitumineux et à travers les couches d'alluvion et de formation moderne, qu'on découvre les sources de pétrole du comté de los Angelès. Deux d'entre elles sont en pleine exploitation, San Francisco et San Fernando; d'autres sont signalées dans les collines de Santa Anna.

(2) Cette partie de l'État de Californie, dont nous parlerons plus bas avec détail, était totalement inconnue jusqu'à ces dernières années. Ce n'est pas une des moins curieuses par ses phénomènes géologiques.

(3) A quelle époque remonte cette séparation entre les îles et le continent? A en juger par la puissance des érosions marines sur cette côte, tout porte à croire que la date n'en dépasse pas les temps historiques.

(4) On vient également d'y découvrir d'abondantes sources de pétrole.

venu troubler l'action sédimentaire des eaux et la paisible accumulation des dépôts d'alluvion.

Partie centrale de la Coastrange. — La partie centrale de la Coastrange s'étend du 36° au 38° degré de latitude nord, depuis les environs de Monterey jusque dans le comté de Napa. Il comprend les plus riches exploitations, les comtés les plus peuplés de la Californie. C'était à une époque géologiquement récente le fond de la mer tertiaire dont la baie de San Francisco nous offre aujourd'hui le dernier vestige. Depuis le soulèvement de la Coastrange, c'est-à-dire depuis l'époque de la formation tertiaire supérieure (âge pliocène) et même de la formation quaternaire, aucun cataclysme plutonien n'est venu troubler la lente accumulation des couches de sables, d'argile bleue, de gravier, de grès vert, d'argile rouge, etc., qui alternent entre elles dans cette large vallée (1). Ces formations, souvent assez puissantes pour atteindre jusqu'à 200 mètres de profondeur, recouvrent les couches tertiaires, disloquées et relevées le long des flancs de la Coastrange.

Dans les monts Sainte-Lucie, la grande majorité des roches appartiennent au genre ophiolitique (serpentes, euphotides, diorites) projetées en grande masse au milieu des couches de schistes et de calcaires métamorphisés à leur contact. En décrivant plus bas le gisement des filons de cinabre de New-Almaden et d'Enriqueta, nous indiquerons avec plus de détails la nature des roches éruptives et encaissantes dans cette partie de la chaîne. Elles présentent un intérêt véritable par suite de la variété et de la richesse des filons métalliques qui ont accompagné leur apparition.

Au-dessus de ces schistes anciens, au moins relativement, on voit, comme dans toutes les autres vallées de la chaîne, les grès

(1) Voici, d'après les sondages opérés dans la vallée de Stockton pour le creusement de puits artésiens, la série des couches de ces terrains jusqu'à 200 mètres de profondeur : limon noir, 2 mètres ; argile rouge, 2 m. ; argile rouge foncé mélangée de sable, 5 m. ; argile bleue micacée, alternant avec de minces couches de sable, 3 m. ; argile bleue compacte, 4 m. ; grès vert et argile bleue compacte, 10 m. ; argile bleue gravier aurifère, 6 m. ; grès vert micacé et argile compacte, 5 m. ; gravier, 3 m. ; argile bleue et sable gris, 15 m. ; argile compacte bleu foncé, 12 m. ; gros gravier roulé, 10 m. ; argile bleue et sable gris, 3 m. ; sables et conglomérats, 6 m. ; argile bleue, sable gris en alternance, 15 m. A cette profondeur la sonde frappa une nappe d'eau dont le jaillissement dépassa de 3 pieds la surface (Hittel, *Resources of California*, p. 49).

bitumineux de formation récente, dans les couches desquels se rencontrent les nappes de pétrole, exploitées en Californie depuis quelques mois seulement (1).

Depuis le soulèvement du Coastrange et l'apparition des roches ophiolitiques, la partie centrale de la Coastrange n'a plus été le théâtre que des cataclysmes neptuniens. Déjà nous avons signalé, à l'occasion de la brusque interruption du rameau de Santa Suzanna, la puissance des effets d'érosion produits par les eaux du Pacifique. Ce travail continue sur tout le littoral. Auprès de Monterey, la mer a fait irruption et a produit une échancrure de 30 milles de largeur, de 7 à 8 milles de profondeur. C'est la baie de Monterey.

Baie de Monterey. — D'après d'anciens documents espagnols (2), la baie de Monterey a notablement changé de dimensions et d'aspect depuis sa découverte par Sébastien Viscaïno, en 1602. Le promontoire sur lequel la ville est bâtie s'est étendu en longueur, et, d'autre part, la mer a creusé plus avant, entre Watsonville et Santa Cruz. Ces effets d'érosion marine sont plus apparents sur cette côte que sur toutes les autres parties du littoral. Sous l'effort de la vague, les roches calcaires et siliceuses se sont décomposées. La mer y a creusé de petites baies, des anfractuosités de toute espèce, séjour et refuge de bandes de pélicans et de lions marins. Quelquefois la destruction a été plus complète. La chaîne s'est trouvée divisée en deux parties, comme le rameau de Sainte-Lucie, dont l'extrémité correspond parfaitement à la petite chaîne des monts de Santa Cruz, de l'autre côté de la baie. Souvent même il ne reste plus qu'un rocher, plus élevé ou d'une composition plus résistante, qui se dresse au milieu de l'Océan comme un phare aux yeux étonnés du navigateur. Ainsi les *Farallones* sont évidemment les derniers vestiges d'une série de rochers qui s'étendaient de la pointe Pescador, parallèlement à la côte actuelle.

Baie de San Francisco. — Mais on ne saurait attribuer à cette seule cause de l'érosion la grande faille, dite passe du Goldengate,

(1) Depuis le mois de décembre 1864, jusqu'en novembre 1865, il a été incorporé à San Francisco, pour la seule exploitation du pétrole, 64 compagnies anonymes, dont 13 ont leur siège dans la partie centrale de la Coastrange et qui représentent un capital nominal de 180 millions de francs.

(2) *Histoire générale et civile de la Californie*, Paris, 1767, t. II. Voy. aussi *La Californie*, par E. Frignet, 1866, p. 34.

qui met en communication la baie de San Francisco avec l'Océan. Sa direction est et ouest, son peu de largeur, l'aspect des montagnes qui la dominent, tout indique qu'elle est postérieure à l'époque du soulèvement de la chaîne, et qu'elle est le résultat de la brusque irruption des eaux de l'intérieur.

En effet, le soulèvement des deux rameaux de la Coastrange au milieu de la mer tertiaire avait séparé les eaux de celle-ci en deux bassins, sans communication désormais avec l'océan Pacifique : l'un, le moins profond, baignait les falaises des parages depuis longtemps émergés de Stockton et du Stanislaus ; l'autre, représenté par la baie actuelle et les plaines qui l'avoisinent, venait battre les roches récemment soulevées de la pointe de San Francisco et du rameau principal. C'est pour donner un écoulement à cette masse des eaux intérieures que s'est produite la faille qu'on appelle aujourd'hui passe du Goldengate. Par l'augmentation lente et graduelle des dépôts sédimentaires, durant la période quaternaire et diluvienne, les eaux se sont successivement écoulées du premier bassin, par le détroit de Carquinez et la baie de Suisun, laissant pour dernier vestige de leur séjour les fleuves vaseux du Sacramento et du San Joaquin.

Le second bassin, plus profond, protégé contre les envasements de la plaine par la chaîne principale du Coastrange, a conservé ses eaux plus longtemps. Elles n'ont fait retraite qu'au sud, dans les comtés de Santa Clara et de San Mateo, dont les fertiles plaines formaient autrefois le fond de la baie et qui s'augmente journellement par les alluvions du slough d'Alviso, ainsi que des ruisseaux qui descendent des montagnes.

Dans son état actuel, la baie de San Francisco, depuis Alviso jusqu'à Petaluma (en y comprenant la partie qui porte le nom de San Pablo) mesure 66 milles d'étendue sur une largeur moyenne de 13 milles depuis San Mateo jusqu'à San Leandro.

Tous les voyageurs ont décrit la situation pittoresque de la baie, qui dépasse en grandeur et peut-être en beauté le golfe de Naples et le Bosphore. Par son étendue, la sécurité de son abri, la variété des sites, la baie de San Francisco n'a pas de rivale. Ses eaux calmes et bleues subissent rarement les tempêtes de l'Océan et donnent à la contrée un cachet tout particulier de grandeur et de sérénité. A droite et à gauche s'élèvent les deux chaînes qui forment d'un côté le promontoire de San Francisco, de l'autre le rameau de Contracosta. Au-dessus de ce dernier se

(1) *La Californie*, p. 400.

dressent la grande muraille de la Coastrange et la massive pyramide du mont Diablo. Au fond, les montagnes de Petaluma et du comté de Napa complètent le panorama de la baie et se réunissent à celles de Contra-Costa par le détroit de Carquinez au-delà duquel s'ouvre la petite baie de Suisun et le delta des deux fleuves, le Sacramento et le San Joaquin. Au milieu de la baie, une chaîne d'îlots (le Goat Island, the Lions, etc.), attestent les soulèvements occasionnés dans tous les sens par l'action éruptive.

Contra-Costa. Mount Diablo. — Le comté de Contra-Costa forme aussi, par le brusque retour de la baie au détroit de Carquinez, une sorte de presqu'île dont la masse du mont Diablo occupe la plus grande partie. Par sa hauteur, le Mount Diablo est loin d'occuper le premier rang parmi les pics élevés de la Coastrange (1). Mais il est devenu le plus célèbre, par sa position près de la baie et dans le voisinage de la route suivie par l'immigration vers Stockton et Sacramento. Le mont Diablo a de bonne heure attiré l'attention des Américains. Dès 1852, il a été exploré, et on y a découvert successivement des filons d'argent et de cuivre dans les districts qui composent sa masse centrale, ainsi que des sources de borax, de pétrole, et surtout des couches de lignites dans la formation tertiaire disloquée et relevée par la survenance des roches pyroxènes.

Ces lignites sont d'une nature assez riche en principes combustibles et se présentent en couches assez épaisses, assez régulières, pour pouvoir être très-utilement exploitées. Quoique les travaux d'extraction ne soient pas encore arrivés au point de développement où l'on se propose de les porter un jour, ils permettent de livrer des quantités de charbon suffisantes pour la consommation des usines de San Francisco, des steamers de la baie et même de ceux qui font la navigation du Mexique et de l'Orégon.

Ainsi que tous les autres pics de la chaîne, le mont Diablo se compose de roches d'origine très-différente : sur ses flancs, des couches sédimentaires relevées sous des angles variant de 30 à 45°; au centre, des diallages formant une masse de roches pyrogènes

(1) Voici les pics les plus élevés de la chaîne :

1° Mount San Gorgonio, par 33°, 48' S. N.,	2340 mètres.
2° San Bernardino.	34°, 20' 2700 —
3° Pacheco Peak.	36°, 57' 933 —
4° Mount Diablo.	37°, 50' 1250 —
5° Mont Saint-Hélène.	38°, 40' 1130 —
6° Mount Ripley.	39°, 08' 2420 —

entremêlées de quelques filons de quartz métallifères : dans la plaine, la série des terrains quaternaires et d'alluvion que nous avons indiquée plus haut.

Une coupe du mont Diablo N. et S. du niveau de la baie à son sommet ferait apparaître la série de terrains suivante :

Alluvions récentes.

Tufs volcaniques et conglomérats de roches pyrogènes agglutinés par un ciment rouge chargé de peroxyde de fer.

Grès fossilifères (Univalves : *Turritella*, *Pyrula*, *Calyptæa*, *Ammonites*, etc. ; Bivalves : *Mytilus*, *Ostræa*, *Venus*, *Pecten*, *Lutraria*, etc.) alternant avec des strates de conglomérats. Formation puissante.

Quelques minces couches de lignites.

Grès carbonifères. Les couches de lignites deviennent plus épaisses. Quatre d'entre elles dépassent 1 à 1 mètre et demi d'épaisseur.

Conglomérats de fragments, soit sédimentaires, soit de roches pyrogéniques.

Calcaires magnésiens fossilifères.

Grès métamorphisés par le contact des roches éruptives.

Serpentines, diallages, porphyres quartzifères.

En parlant plus bas des lignites et des sources de pétrole du mont Diablo, nous aurons l'occasion de revenir avec plus de détail sur ce remarquable spécimen de la chaîne dite Coastrange.

Partie septentrionale. — Le même système de couches sédimentaires et de lignites se reproduit au delà de la baie, dans le comté de Napa. Les couches de grès, de calcaire magnésien et de lignites, après avoir plongé sous la baie de Suisun, se redressent jusqu'aux environs du mont Sainte-Hélène et forment le relief des comtés de Napa et de Sonoma. Cependant la formation tertiaire a subi dans cette région des altérations moins profondes ; la stratification est demeurée plus régulière, les couches sont moins bouleversées par l'apparition des roches éruptives. Aussi la contrée change-t-elle complètement d'aspect.

Entre l'Océan et la chaîne de Coastrange s'ouvre une plage d'environ 50 milles de large, arrosée de nombreux cours d'eau et sur laquelle se succèdent par étages des plateaux calcaires ou arénacés, couverts d'une abondante végétation. La chaîne elle-même ne présente plus la même physionomie. Au lieu des couches soulevées, disloquées sous les angles les plus aigus, de ces flancs dénudés, de ces sommets sourcilleux, ce sont des contours réguliers, des croupes arrondies qu'adoucissent encore les cimes pressées des

opulentes forêts de conifères qui se succèdent jusque dans l'Orégon et offrent à l'œil l'aspect uni d'un immense tapis de verdure.

Les paysages du nord de la Californie font donc un contraste complet avec ceux du sud de l'État. Mais, si l'action volcanique a causé autrefois dans cette partie des révolutions moins profondes, elle s'y manifeste aujourd'hui par des signes plus nombreux et surtout plus extraordinaires que dans la partie centrale. A quelques milles des bords de la baie, on entre dans une région thermique dont les phénomènes se développent et se multiplient à mesure qu'on se rapproche du mont Sainte-Hélène. Ce sont d'abord des sources sulfureuses chaudes, dont quelques-unes atteignent une température de 70 à 80° centigrades, ensuite des solfatares, vastes champs de soufre qui présentent souvent d'épaisses couches de minerai, mélangées de matières étrangères, enfin, les geysers du comté de Sonoma, l'un des phénomènes les plus remarquables de la Californie.

Geysers. — Des hauteurs situées à l'ouest du Clearlake descend un cours d'eau, le Plutonriver, qui suit d'abord une vallée étroite et dénudée, puis, tournant au sud, coule au pied du Geyser's Peak, des contre-forts du mont Sainte-Hélène, et se jette, dans la rivière Russe entre Headsburgh et Fitsch. Dans la première partie de son cours, le Plutonriver traverse un véritable volcan. Ses rives sont sillonnées de crevasses, d'où s'échappent à grand bruit d'innombrables jets de vapeur. Un brouillard épais de gaz sulfureux et hydrochlorique remplit la vallée, tant l'action volcanique y est puissante et continue. On n'y observe pas, en effet, l'intermittence régulière qui caractérise les principaux geysers de l'Islande et du monte Rotondo, en Toscane. Les détonations se succèdent sans interruption, et les colonnes d'eau s'élèvent souvent à de très-grandes hauteurs. L'une d'elles, le *Steampipe*, jaillit par un orifice de 8 pouces de diamètre à plus de 150 pieds. D'autres, comme le chaudron des Sorcières (*the Wilche's Cauldron*) ou le Punch du Diable (*the Devil's Punch bowl*) ont une ouverture plus considérable encore et vomissent un liquide noir et épais, surchargé de sels de fer et de bitume. C'est un enfer que cette petite vallée. L'air y est à peine respirable et le sol disparaît sous une couche de soufre, d'alun et de magnésie. Enfin, comme pour mettre le comble à l'étrangeté de ces phénomènes, au milieu de ces sources brûlantes, jaillissent des sources d'une eau glacée de la même nature que celle des geysers (1).

(1) Ce phénomène est assez ordinaire en Californie. On le retrouve

C'est sur le versant opposé de cette vallée que se trouve le lac Clear, le plus élevé et l'un des plus vastes de la Californie. Par lui-même, le lac Clear ne présente rien de remarquable, au point de vue géologique. C'est une nappe d'eau limpide et profonde, pittoresquement entourée de hautes et verdoyantes montagnes. Mais contre ses rives pour ainsi dire s'étend le petit lac de Borax, qu'à raison de son voisinage on appelle également lac Clear.

Lac de Borax. — Les sources de borax sont nombreuses et abondantes en Californie. On en trouve dans diverses parties de la Coastrange. Nous avons déjà signalé celle du mont Diablo. Dans le comté de Napa, elles se répandent en petits lacs, dont le plus considérable est celui dont nous venons de parler sous le nom de Clearlake. L'eau de ce lac est fortement chargée d'acide boracique. Le fond qui couvre une superficie de près de cent hectares est formé d'immenses amas de cristaux de borax. On commence à exploiter les sources de borax, ainsi que les immenses couches de soufre qui se trouvent dans la solfatare, et bientôt la contrée, jusqu'à présent presque déserte, deviendra le siège d'une grande activité industrielle.

Au delà des montagnes qui dominent le Clearlake, la Coastrange s'infléchit vers le nord et va, par une série de cimes élevées, rejoindre le grand rameau volcanique du mont Shasta et former ainsi le second point de jonction entre la Coastrange et la Sierra Nevada, tandis qu'à l'ouest se détache une série d'autres rameaux qui donnent aux comtés de Humboldt, de Trinity, de Klamath et del Norte le relief qui les caractérise. Dans toute cette région, la formation sédimentaire n'a pas subi l'influence de l'action éruptive; les couches de l'époque tertiaire n'y ont pas été déplacées et rien de saillant ne distingue ce pays des autres contrées de même constitution géologique.

Nous sommes donc naturellement conduits à l'examen de l'immense massif du mont Shasta, volcan et glacier tout à la fois qui domine de la hauteur de ses 4500 mètres toute la plaine du Sacramento et les cimes de la Sierra Nevada.

2^me PARTIE. — *Bassin intérieur de la Californie.* — *Sierra Nevada.*

Le rameau du mont Shasta, par sa jonction avec la chaîne du

fréquemment dans l'État de Nevada et dans ce qu'on appelle le Humboldt. Du reste l'innombrable quantité de sources d'eaux thermales qu'elle renferme fait de la Californie la terre classique pour l'étude de cette partie si intéressante de l'action volcanique.

littoral, forme les limites septentrionales de la Californie et complète le relief du grand bassin central.

Limites du bassin intérieur. Sa forme. — Ce bassin, de forme ovale, s'étend du 35°,30' au 41°,25' de latitude N. sur une largeur d'environ 140 milles, dans sa plus grande étendue. Les buttes trachytiques isolées de Marysville et de Tejon semblent être les foyers de cette immense ellipse. Si, du mont Shasta, dont les roches trappitiques s'élèvent jusqu'à 4300 mètres (1) et s'étendent en une gigantesque coulée à l'est et à l'ouest, l'observateur pouvait embrasser d'un coup d'œil les hauts rebords de ce vaste bassin, il le verrait borné au sud par le rameau des monts Tejon, qui rattache au nord de Los Angeles la Sierra Nevada à la Coast Range, puis à l'est et à l'ouest par les longues arêtes et les sommets aigus des deux chaînes; il verrait enfin, plus près de lui, les pitons volcaniques du mont Shasta, les seuls points de la contrée qui conservent des neiges éternelles sur les versants S. et S. O.

La surface de la contrée présente partout les traces évidentes du séjour prolongé des eaux durant des périodes géologiques très-différentes.

Au-dessus des antiques assises du calcaire silurien, émergées dès l'âge paléozoïque, se sont accumulés d'énormes dépôts de grès, d'argile, de sables, de cailloux roulés correspondant aux diverses étapes parcourues par les eaux dans leur retraite successive. Au milieu de ces formations, tantôt marines, tantôt lacustres, se sont projetées les coulées éruptives, qui ont donné au pays son relief actuel et la bizarre apparence de ses montagnes.

Les trachytes, les granites, dans les premiers contre-forts de la Sierra Nevada, plus récemment, les basaltes dans le diluvium des comtés de Mariposa et de Tuolumne, sont les résultats de ces grandes éruptions plusieurs fois répétées. C'est au-dessus de ces roches bouleversées en tous sens que s'est déposée l'épaisse couche d'alluvion qui constitue le sol arable de la Californie et lui procure la merveilleuse fertilité, qui fait sa richesse plus encore que l'exploitation de ses filons métallifères.

Division de l'intérieur. — Dans le sens de sa largeur, la plaine intérieure de la Californie se divise en deux zones, nettement séparées. La zone occidentale, plus rapprochée de la Coast Range, est unie et plate; au nord, elle prend le nom de vallée du Sacra-

(1) Cette hauteur est généralement adoptée comme exacte. Elle a été mesurée par l'expédition de Wilkes (*Wilkes exploring Expedition*, t. V, p. 240).

mento, au sud, le nom de vallée du San-Joaquin. La couche d'alluvion récente ou ancienne qui recouvre ce haut fond de l'ancienne mer tertiaire est si profonde, qu'en certains endroits on est descendu à plus de 300 mètres avant de trouver une formation géologique bien définie. La zone orientale, au contraire, composée de mamelons d'origine diluvienne, de coulées basaltiques et de boursoufflements de trachyte, laisse à peine, dans les accidents de sa surface, l'espace nécessaire aux cours des torrents qui descendent des contre-forts de la Sierra Nevada et deviennent les affluents des deux grands fleuves californiens.

La zone orientale est habituellement le siège de l'industrie agricole du pays. Les céréales de toutes sortes, les fruits d'Europe, le tabac, s'y développent presque sans culture avec une perfection et une abondance qui dépassent même les célèbres plaines du Far West des États-Unis. Au point de vue géologique, elle n'offre donc que peu d'intérêt. Aucun gîte métallifère n'y a été découvert et elle n'a donné aux premiers chercheurs d'or que de très-médiocres résultats.

Il n'en est pas de même de la zone orientale. S'il se trouve encore au fond des petites vallées et sur le penchant de quelques collines des traces d'une culture prospère, la majeure partie de la contrée est stérile à ce point de vue, mais recèle en revanche les filons métallifères et les gisements les plus variés. La physionomie de cette zone est loin d'être partout uniforme. Dans le nord, c'est-à-dire dans les comtés d'Amador, d'Eldorado, de Nevada, de Sierra et de Plumas, la formation diluvienne n'a été troublée par aucune éruption notable. L'apparition des basaltes ne s'est pas produite dans cette direction, et l'éruption des roches trachytiques (green-stone, serpentine, diorite, etc.), traversées de quartz aurifères et argentifères, avait déjà formé le relief actuel de la Sierra Nevada et de ses contre-forts. Du reste, l'aspect riant et boisé du paysage, dans cette région, indique assez la lenteur et le calme de l'action sédimentaire qui l'a formée.

Région méridionale. Drydigins. — La région méridionale présente, au contraire, tous les signes de cataclysmes récents, occasionnés sans doute par l'apparition, moderne en quelque sorte, des basaltes ou coulées basaltiques postérieures au diluvium et presque contemporaines de l'âge de l'homme. On suit les effets de ces bouleversements dans les comtés de Calaveras, de Tuolumne et de Mariposa; les basaltes s'y montrent sous forme d'immenses éperons de 250 à 300 mètres de hauteur, depuis San Andreas jusqu'à Columbia. Leur forme extérieure, la cristallisation qu'elles présen-

tent font de ces *Table mountains* l'une des curiosités géologiques les plus remarquables de la Californie, qui en renferme un si grand nombre. Au tiers du sommet de ces coulées commencent les dépôts d'alluvion qui indiquent avec une précision merveilleuse les contours, les accidents de cette mer ou de ce lac d'alluvion qui a couvert le pays jusqu'aux temps historiques. Mais, à côté des *Table mountains*, il y a les coulées souterraines qui ont traversé à 30 ou 40 mètres de profondeur le sol actuel, coupé les collines, barré les cours d'eau et couvert d'une nappe de roches pyrogènes la surface de la contrée. C'est le gîte le plus abondant et le plus commun des pépites d'or ou or d'alluvion, que les premiers colons américains ont si heureusement exploité jusqu'en 1860. Certains de ces anciens cours d'eau, remplis d'une argile bleue et dure (*blue lead*), renferment d'immenses trésors.

Formation de schistes cuprifères. — Au-dessous de cette formation alluviale et diluvienne, entrecoupée par les coulées basaltiques, s'étend une formation de schistes cuprifères et métamorphiques correspondant à l'époque de l'éruption trachytique et représentant en Californie les terrains siluriens ou primitifs. Tantôt affleurant à la surface, tantôt plongeant à de grandes profondeurs, cette formation a été déplacée disloquée, sur la plus grande partie de son étendue, par une révolution éruptive qui, selon toute probabilité, a été la contemporaine ou peut-être l'identique de celle qui a soulevé la Coastrange.

Minerais de cuivre. — Dans toute cette nappe schisteuse, les minerais cuivreux se présentent mêlés intimement aux feuilletés des schistes, quelquefois imbibant pour ainsi dire la pâte de la roche, d'autres fois et plus souvent déposés le long des filons de quartz qui se ramifient à l'infini au travers des schistes. Ce sont des pyrites, des rognons de cuivre panaché, presque toujours pures et ne contenant que de faibles quantités de cuivre gris argentifère. Ces pyrites renferment en moyenne de 18 à 30 pour 100 d'un cuivre d'excellente qualité; les carbonates bleus ou verts qui se trouvent quelquefois mêlés aux pyrites donnent des produits moins estimés. A la partie supérieure des filons, ou pour parler plus exactement, aux affleurements des schistes, on trouve des amas de cuivre oxydulés et d'oxydes noirs d'une grande richesse, provenant de l'action atmosphérique sur ces minerais. C'est à l'existence de ces amas qu'on doit la découverte des gisements cuprifères en Californie, il y a quatre ou cinq ans à peine.

Des sondages, effectués sur divers points de la Californie, dans le comté de Nevada, au nord, au sud dans celui de Mariposa et

dans le territoire de l'Arizona, ont permis de constater l'existence d'autres gisements cuprifères, plus riches peut-être que ceux de Copperopolis, mais placés dans des conditions d'exploitation moins avantageuses et moins économiques.

Minerais et zones aurifères. — Au delà de cette formation schisteuse commence la zone aurifère qui s'étend sur la plus grande partie des contre-forts de la Sierra Nevada. Elle n'a été explorée jusqu'à présent que sur une longueur de 150 milles depuis le comté de Mariposa au sud jusque dans celui de Plumas au nord; mais une multitude d'observations isolées permettent d'affirmer qu'elle s'étend au delà de ces limites, et les explorations entreprises dans ces dernières années ont montré qu'elle occupe également les deux versants de la grande chaîne californienne. Sur le versant occidental, la formation aurifère se présente sous deux aspects très-distincts; comme *placers*, c'est-à-dire dans la zone des collines diluviennes qui succèdent immédiatement à la zone des alluvions récentes de la grande vallée du Sacramento et des plaines de Copperopolis, puis comme *filons*, dans les roches métamorphiques si variées qui composent les premiers contre-forts de la Cordillère. Sur le versant oriental, c'est cette dernière formation qui est surtout développée; les collines diluviennes y sont plus rares et moins régulières. L'or ne se trouve pas de la même manière et sous la même forme dans l'une et l'autre formation. Dans le diluvium, il existe à l'état de paillettes, de granulations, rarement de pépites, séparées des filons de quartz, par l'action des eaux; dans les filons, il accompagne le quartz dans les interstices duquel il s'est introduit à l'état gazeux et déposé en lamelles plus ou moins épaisses.

L'aspect de la zone aurifère diluvienne varie du reste suivant la contrée.

Dans la région du nord, l'action sédimentaire ne paraît pas, nous l'avons dit, avoir été troublée depuis la grande éruption trachytique qui a produit ou accompagné le soulèvement de la Coastrange, à la fin de l'époque tertiaire (âge pliocénique). La contrée montueuse, arrosée par la Rivière américaine, le Yuba, la rivière de la Plume et leurs affluents, s'élève par une gradation de collines boisées jusqu'au pied des plus hauts sommets de la Cordillère californienne. Les graviers et les sables agglutinés par la pression y forment un conglomérat ou poudingue grossier alternant avec des couches de sables ou de marnes argileuses, au milieu desquelles l'or se trouve disséminé en fragments d'autant plus gros qu'on pénètre dans les couches les plus anciennes et les

plus voisines de la roche sous-jacente. La surface de ces mame-lons est couverte d'une riche verdure, souvent d'épaisses forêts, tandis que de minces filets d'eau coulent dans les petits vallons qui les séparent.

Dans la région du sud, au contraire, à l'éruption trachytique qui a soulevé les montagnes de Bear Valley, de Peña Blanca et des environs de Mariposa a succédé à travers les âges du diluvium et des alluvions anciennes une nouvelle éruption basaltique qui a produit les *Table mountains* et bouleversé la formation mamelonnée de l'époque précédente. C'est donc parmi les débris de ces anciennes couches de conglomérats, de sables, d'argile, qu'on s'efforce de rechercher les fragments d'or entraînés par les eaux. Il faut souvent attaquer des matières métamorphisées par l'éruption, pour retrouver l'ancien lit des eaux diluviennes et découvrir dans l'argile et le gravier d'alors les pépites qui y sont demeurées enfouies. Le régime des eaux actuelles s'est senti de l'irrégularité des vallées dans cette région. Au lieu des mille petits ruisseaux (*cañadas*) qui sillonnent les plis du terrain dans le nord, au sud, il n'y a que de rares torrents et les vallons ne sont presque jamais baignés par des eaux régulières.

Filons de quartz aurifères. — La composition des sables aurifères lavés au début, la nature de la roche adhérente aux plus grosses pépites donnèrent de bonne heure l'idée que c'était aux filons de quartz qu'il fallait s'attaquer pour découvrir le gisement primitif du précieux métal. Ces filons explorés depuis 1855 ont été pour la plupart trouvés aurifères et ont donné lieu à des tentatives plus ou moins heureuses d'exploitation. Malheureusement les mineurs qui les recherchaient, absolument ignorants des principes de la géologie, guidés seulement par quelques règles empiriques, n'ont fourni aucun élément de comparaison entre les divers gisements qu'ils découvraient. Ce n'est donc que par des explorations partielles entreprises par quelques savants qu'on a pu connaître la nature et les habitudes des filons métallifères découverts en si grand nombre dans les premiers contre-forts de la Sierra Nevada.

Petits filons. Leur aspect. — Ces filons quartzeux peuvent se ranger, selon nous, en deux catégories d'origine ou plutôt de caractères différents. Il y a d'abord cette multitude de veinules de quartz blanc qui traversent dans tous les sens les roches trachytiques, granitiques ou métamorphisées, sans direction précise. Ces filons ne deviennent aurifères que dans certaines conditions, au contact des serpentines, des euphotides, des green-stone, etc.

Ils ont tantôt une direction parallèle entre eux et une épaisseur assez faible, tantôt une direction concentrique, vers un point d'où semble être partie l'action éruptive, ou du moins la rencontre de quelques éruptions plus puissantes. Le croisement de ces petits filons est en général considéré par les mineurs comme un indice de plus grandes précipitations d'or dans les fissures du quartz. On compterait par millions en Californie les fibres de ce genre dont la tête a donné des quantités considérables de métal, sans devenir plus riches en profondeur.

Grands filons. Leur direction. Leur richesse. — Il y a ensuite les grands filons de quartz s'étendant dans toute une masse rocheuse, et faisant saillie au milieu des dômes et des croupes arrondies des trachytes et des basaltes. Ils ressemblent quelquefois à une immense coulée et atteignent plusieurs dizaines de milles de longueur. Tel est notamment le grand filon de quartz blanc qu'on voit des sommets de Bear Valley (au-dessus de Mariposa) traverser les crêtes des montagnes du Maxwell Creek, de Coulterville, courir sur les flancs de la Peña Blanca et descendre sur l'autre versant jusque dans les plaines cuprifères du Calaveras. De cette immense coulée d'un blanc de neige se détachent des éperons puissants encore et sur lesquels se sont établies les principales usines du midi de la Californie. Sa direction nord-nord-ouest, presque entièrement parallèle à la grande chaîne dite Coastrange, confirme la contemporanéité de ces soulèvements. L'apparition des roches trappitiques, des diorites, des serpentines, etc., a été évidemment accompagnée de jets de vapeurs métalliques, soufre, plomb, cuivre, mercure et or, ainsi que de vapeurs siliceuses qui les pénétraient en tous sens, se combinant entre eux suivant leur degré d'affinité chimique, formant ainsi des silicates, des sulfures surtout, et se précipitant ou imprégnant les roches à l'état pâteux qui leur servent de gangue. L'or, par son peu d'affinité avec le soufre, traversa de cette manière les coulées de quartz, sans se combiner, sans s'altérer, en se condensant dans les parties les plus élevées du filon, partout où les boursoufflures de la pâte, les fissures, etc., permettaient au gaz de fuser, se précipitant le plus près de la surface, sous forme de lamelles ou de granules dans les moindres cavités de la roche. C'est à ce mode de dépôt qu'il faut attribuer les faits observés dès l'origine par les mineurs, confirmés plus tard par les savants et les ingénieurs, à savoir, que les quantités d'or découvertes dans la tête du filon n'autorisent à rien conclure pour la richesse du filon lui-même, car la plupart du temps les dépôts d'or vont en diminuant dans la

profondeur et finissent même par disparaître. En outre, on a remarqué que l'or n'existe pas dans la pâte même du quartz ainsi qu'il arrive des pyrites de cuivre et des schistes, mais qu'il n'apparaît que le long des stries, des cassures de la roche, partout enfin où un interstice a permis à quelques bulles de gaz de pénétrer. Ces faits universellement remarqués auraient peut-être arrêté l'élan de l'industrie pour l'exploitation des quartz aurifères, si, tout en constatant la diminution progressive de l'or directement amalgamable dans la profondeur, on n'avait en même temps observé l'augmentation des produits métalliques, sulfures, arsénium, etc., dans lesquels l'analyse chimique a prouvé l'existence de quantités d'or bien plus considérables, mais à l'état soit de combinaison chimique, soit d'agrégation telle qu'il devenait inaccessible à l'action directe du mercure.

Tulare land. Dépression du sud de la Californie. — Avant de quitter les plaines de l'intérieur et d'arriver à l'étude de la Sierra Nevada, il est à propos de dire quelques mots de la grande dépression déjà signalée dans les comtés de Fresno et de Tulare, au midi de la Californie. Cette dépression s'étend sur plus de 900 milles carrés du 35^e au 37^e degré de latitude nord, d'un terrain marécageux dont les eaux, souvent salées, sont presque partout privées d'écoulement et aboutissent toutes à un grand lac, étang immense de 35 milles de long sur 18 de large. Le régime des eaux de ce lac ainsi que la composition géologique de la contrée sont encore peu connus. La première exploration de la contrée par le *Geological Survey* de Californie date d'un an à peine et ses résultats n'ont pas encore été publiés. Ils promettent des révélations intéressantes sur l'état volcanique et les relations de la contrée avec les phénomènes éruptifs qui se manifestent dans les provinces du sud et dans le grand plateau de l'Utah.

M. Simonin fait la communication suivante :

Sur les mines d'étain de la Villeder (Morbihan);
par M. L. Simonin.

L'exploitation des mines d'étain paraît avoir commencé dans la Gaule avant même l'époque historique. Elle a été principalement concentrée dans le Limousin, la Marche et surtout la Bretagne, sur les points qui forment aujourd'hui les départements de la Haute-Vienne, de la Creuse et du Morbihan.

Il y a dans ce dernier pays des gîtes travaillés dès la plus haute

antiquité, et qui furent repris il y a quelques années avec un succès tel qu'on aurait pu le croire définitif, si des circonstances qui n'ont rien de commun avec la géologie n'étaient venues tout à coup interrompre cette intéressante exploitation. Comme elle a révélé certains faits particuliers encore peu connus, qui sont du ressort de la minéralogie, et qui intéressent même les origines de l'histoire nationale, j'ai pensé qu'on pourrait faire de ces mines si curieuses, que j'ai récemment visitées, l'objet d'une communication à la Société.

La carte géologique de la France dessine, entre Ploërmel et Locminé, sur une étendue de 30 kilomètres en longueur et une largeur moyenne de 10, une bande granitique enserrée dans les micaschistes. C'est vers le contact des granites et des schistes, et du pied d'un vieux moulin, dit de la Villeder, à 14 kilomètres S. O. de Ploërmel, que se détachent trois filons de quartz presque verticaux, d'une épaisseur de 1 à 3 mètres. Leur direction marche sur 20 degrés à l'ouest du méridien astronomique. Elle se rattache par conséquent à celle du soulèvement de la Vendée, qui est N. N. O., prise à Vannes. Au toit et au mur des filons on rencontre le minerai d'étain, souvent en gros cristaux, associé avec de la tourmaline. Dans la masse du filon on trouve des *mouches* d'étain amorphe. Les filons sont réunis entre eux par des veines quartzzeuses, et semblent vouloir se rejoindre en profondeur. On peut suivre les affleurements sur plus de 4 kilomètres de longueur, jusqu'au lieu dit la Villerézo. Ils apparaissent çà et là, comme l'alignement d'une muraille quartzzeuse, et sont faciles à discerner sur cette lande stérile, dont la cote moyenne est de 105 mètres au-dessus du niveau de l'Océan.

D'autres filons quartzzeux stannifères ont été signalés dans ce même district, parallèles ou obliques aux premiers. Dans ce dernier cas, leur direction ordinaire est celle du soulèvement du Morbihan, ou N. O. Enfin, en relation avec les filons de la surface, on rencontre dans les vallées adjacentes des alluvions métalliques, où l'oxyde d'étain affecte toutes les couleurs qui le caractérisent, passant du brun chocolat au jaune paille, même au rose clair. Dans ces alluvions, qui n'occupent pas moins de 20 000 hectares d'étendue superficielle, feu Durocher avait trouvé, en 1851, de l'or en paillettes, et même aussi du mercure en globules. Il entretint à cette époque l'Académie des sciences de sa découverte. On s'explique difficilement la présence du mercure qu'il a seul signalée; mais il n'en est pas de même pour celle de l'or, compagnon assez ordinaire des filons quartzzeux. Ainsi le pré-

cieux métal a été aussi signalé récemment sur les placers stannifères de Vaulry, par M. Mallard (1). Les paillettes aurifères sont d'ailleurs peu abondantes et peu volumineuses à la Villeder, où je n'en ai jamais recueilli moi-même par le lavage à l'augette, tandis que chaque fois j'étais sûr de retrouver au fond de l'appareil des paillettes d'étain oxydé, mêlé à de la tourmaline.

Ceux qui ont visité avec attention la section minéralogique de l'exposition universelle de 1855, à Paris, se rappellent sans doute les beaux cristaux d'étain exposés par la *Compagnie minière du Morbihan*, et les minéralogistes gardent toujours précieusement dans leurs collections les magnifiques cristaux d'étain oxydé de la Villeder, les plus gros, les plus beaux parmi tous les cristaux de cette espèce, et j'ajouterai les plus rares, eu égard aux variétés dites *mâclées*.

Le gîte de la Villeder se relie à ceux de Penestin (en breton *Pen-Staen*, la pointe ou le cap de l'étain) et de Piriac, qu'on rencontre à l'embouchure de la Villaine et de la Loire, sur le rivage même de l'Océan. Tout cet ensemble comprend un des plus curieux districts métallifères qu'on puisse étudier en France, et la Cornouaille française, par ce point comme par tant d'autres, se rapproche de la Cornouaille anglaise, sa voisine et sa sœur.

M. Delanoüe ajoute :

La communication de M. Simonin a de l'intérêt pour nous, en ce sens que nous ignorons encore de quelles mines du continent européen est sortie la grande quantité d'étain employée durant la longue période de l'âge de bronze. Je citerai, à cette occasion, une contrée de la Haute-Vienne, vers Léchalard, Ladignac et la Roche l'Abeille, qui est bouleversée par une prodigieuse quantité d'énormes excavations, évidemment faites de main d'homme. M. Alluand aîné, qui s'est aussi préoccupé de cette question, a recueilli sur les lieux du sulfure d'argent. J'y ai vu un peu de galène, des pyrites dont j'ai extrait de l'arsenic (mispickel) et des amas de scories ferrugineuses dans lesquelles j'ai vainement cherché du cuivre. Ces résidus proviennent évidemment des forges à bras autrefois si nombreuses dans la contrée.

(1) Les gens du pays, de temps immémorial, désignent ces placers sous le nom d'*aurières* (voy. les *Compt. rend. de l'Acad. des sciences* de décembre 1865).

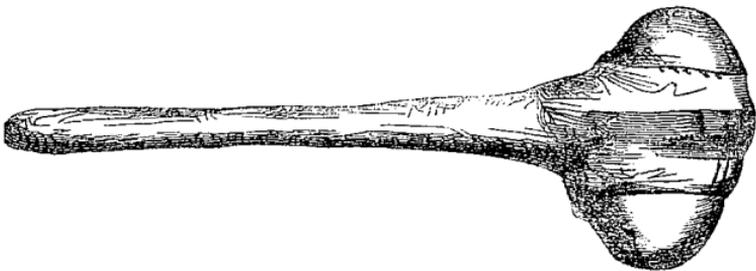
Le kaolin était employé par les anciens, non à la porcelaine, mais à d'autres usages. L'exploitait-on dans ces lieux?... L'histoire et la tradition sont muettes sur ces travaux immenses exécutés dans une zone d'environ 15 kilomètres de longueur. Je crois devoir signaler aux investigateurs la solution de ce problème, qui intéresse tout à la fois la science, l'histoire et l'industrie.

M. Dausse rappelle aussi avoir vu dans l'Oisans d'immenses excavations qui se trouvent dans les mêmes conditions.

M. J. Marcou fait la communication suivante :

Sur divers armes, outils et traces de l'homme américain;
par M. J. Marcou.

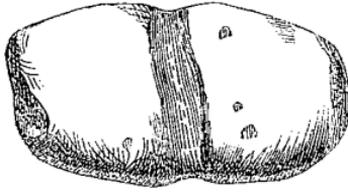
M. Marcou montre un marteau en pierre avec le manche, qu'il a obtenu des Indiens Comanches, dans le nord du Texas. Ce marteau est en quartz; il pèse environ deux kilogrammes et est entouré par un nerf de bison, enveloppé lui-même et retenu sur une rainure médiane au moyen d'une large bande de peau de bison, qui a été cousue lorsqu'elle était encore fraîche, afin qu'elle pût, en se séchant, fortement serrer le nerf et le marteau, et constituer pour ainsi dire un fourreau ou gaine ayant les formes exactes du manche et de la pierre, en ne laissant ainsi à découvert que les deux extrémités ou tête de marteau.



Marteau de pierre emmanché des Indiens Kioways, tribu des Comanches du Texas, qui vivent sur les bords de la rivière canadienne, 1855.

Ce marteau est surtout intéressant en ce qu'il explique comment devaient s'emmancher les nombreux marteaux en pierre que l'on rencontre dans les anciennes exploitations de cuivre et d'argent natifs du lac Supérieur, ainsi que les haches en pierre des anciens Indiens Aztecs, et dont M. Marcou met sous les yeux de la

Société un certain nombre d'exemplaires, recueillis par lui dans ses voyages au lac Supérieur et dans le Nouveau Mexique.



Marteau de pierre, leptynite, dont se servaient les Indiens Chippeways pour exploiter les mines de cuivre et d'argent natif au lac Supérieur, avant l'arrivée des Européens.

M. Marcou a eu la rare occasion de rencontrer sur les bords du Rio-Colorado de Californie, au nord de l'affluent le Bill-William fork, une nation indienne qui en était encore à l'âge de pierre. C'était en février 1854, et cette tribu porte le nom de Mohavie. Il n'y avait parmi eux absolument aucun instrument en métal; la seule pièce qu'ils possédaient était une médaille en cuivre de saint Ignace de Loyola, qui probablement provenait des anciennes missions espagnoles de la Californie. Ce géologue voyageur montre plusieurs instruments, comme tête de flèche en silex, casse-tête en bois coupé et taillé seulement avec des haches en silex, etc. Un fort bâti depuis au milieu de ces Indiens Mohavies a eu pour résultat de les faire passer subitement de l'âge de la pierre à celui des bateaux à vapeur et des pistolets-revolvers, en sautant par-dessus les âges de bronze et de fer; et malheureusement ce changement brusque leur a été fatal, et, comme presque toutes les tribus indiennes, celle-ci disparaît rapidement devant une civilisation qui semble ne pas être faite pour l'homme rouge.

Au pied de la Sierra Madre, sur le versant occidental, M. Marcou dit que les Indiens du pueblo de Zuni, anciens restes de ces tribus aztecs, qui ont occupé tous les hauts plateaux du Nouveau Mexique, ont une tradition d'un déluge qui se rapproche plus de ce que les géologues regardent comme devant s'être passé lorsqu'il s'est produit des cataclysmes, qu'aucune autre de celles connues jusqu'à présent. Quoique placé au centre du continent, et à une distance de quatre à cinq cents lieues de la mer du Sud, et n'ayant aucune idée de ce qu'est la mer, ils racontent qu'une nuit l'eau venant de l'occident, c'est-à-dire du Pacifique, a rempli toutes les vallées, s'est élevée successivement en recouvrant leur village; que beaucoup d'Indiens ont été noyés; mais qu'un certain nombre ont pu se sauver, et atteindre un plateau ou mesa, qui est à

300 mètres plus haut que le fond de la vallée, et que l'eau s'est arrêtée avant d'atteindre le sommet de ce plateau; qu'alors ces Indiens échappés à ce déluge ont bâti là leur pueblo, dont on voit encore des traces maintenant; et que, pour faire retirer les eaux et apaiser le malin esprit qui les avait amenées, il avait fallu jeter dans l'eau une jeune fille et un jeune homme, qui ont été changés en pierre, et dont ils montrent les restes dans deux ou trois espèces de colonnes irrégulières, isolées, à moitié distance entre la mesa et le fond de la vallée; ces colonnes ne sont que des restes de roches dénudées, comme on en rencontre souvent autour des plateaux qui ont été soumis à de grandes dénudations. La hauteur de Zuui au-dessus du niveau de la mer est de 6430 pieds anglais. Cette tradition originale est tellement différente de la tradition biblique que les Espagnols ont dû leur apporter, qu'il a fallu qu'elle soit bien fortement enracinée chez ces populations primitives pour résister à trois ou quatre siècles de démonstrations du déluge des missionnaires.

Enfin, M. Marcou termine en appelant l'attention de la Société sur l'existence de débris d'ossements humains, de têtes de flèches et de haches en silex, trouvés à Natchez (Mississippi), dans le comté de Gasconade (Missouri) et à Big-bone-lick, dans le Kentucky, au-dessous ou avec des débris de Mastodonte, des Mégalonix, des Hipparions et autres mammifères éteints. Il ajoute que le musée de l'Université d'Amherst, dans le Massachusetts, possède une si grande collection d'empreintes de pattes, recueillies dans le nouveau grès rouge, dyas et trias, de la vallée du Connecticut, en grande partie par les soins de feu E. Hitchcock, qu'après avoir visité cette collection, il a été tellement étonné et frappé de la grande quantité de vertébrés qui ont dû vivre à cette époque si reculée, que si M. Hitchcock lui avait présenté une plaque avec des empreintes de pieds de quadrumane, il n'en aurait pas été très-surpris. Enfin, dit-il, il y a les célèbres empreintes de pieds humains trouvées dans les environs de Saint-Louis, au Missouri, et qui ont été attribuées à l'industrie des Indiens, qui se seraient amusés à les creuser dans les roches carbonifères. Sans nier que les Indiens ont travaillé à faire ces empreintes, il dit qu'il est possible que ce fût déjà des empreintes de mammifères, peut-être même de quadrumanes, et que la ressemblance de ces empreintes avec celles que les Indiens faisaient avec leurs pieds en marchant dans le limon, a pu leur donner l'idée de les travailler pour les adapter exactement à la forme de leurs pieds. Quoi qu'il en soit, M. Marcou, sans y attacher lui-même une certaine importance, mais unique-

ment dans le but d'éveiller l'attention à ce sujet, dit, qu'étant à Saint-Louis en 1863, il a trouvé dans le numéro d'un journal paraissant dans l'intérieur de l'État du Missouri, que l'on annonçait avoir trouvé des empreintes de pas d'homme dans l'intérieur de strates, que des carriers venaient d'ouvrir dans des pierres carbonifères. Les guérillas qui inondaient alors le pays l'ont empêché d'aller voir ce qu'il pouvait y avoir de vrai ou de faux dans ce fait divers, qu'il ne rappelle qu'à titre de point d'interrogation pour l'avenir.

M. Virlet dit avoir visité au Mexique une mine de mercure dans laquelle on a trouvé des marteaux en pierre analogues à ceux que présente M. Marcou. Il a également vu un tumulus qui a fourni des instruments en silex et entre autres une mollette ayant probablement servi au broyage du mercure. On y a reconnu aussi des ornements en chaux fluatée.

M. de Verneuil annonce à la Société qu'une nouvelle île Giulia vient de surgir auprès de l'île de Santorin.

M. le Trésorier dépose sur le bureau les comptes de l'année 1865.

Renvoyé à l'examen de la Commission de comptabilité.

Séance du 5 mars 1866.

PRÉSIDENT DE M. ED. LARTET.

M. Alf. Caillaux, 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. GONSE (Georges), boulevard Magenta, 114, à Paris, présenté par MM. Hébert et Alf. Caillaux.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, février 1866; in-4.

De la part de M. Albert Gaudry, *Des animaux fossiles de Pikermi, au point de vue de l'étude des formes intermédiaires*, 3 p.; Paris, 1866; chez Gauthier-Villars; in-4.

De la part de M. Ch. Laurent, *Recherches sur la géographie des anciens peuples comparée à la forme actuelle des bassins modernes, pour servir à l'étude des cours d'eau souterrains* (extr. des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*), in-8, 15 p., 1 carte; Paris,.....

De la part de M. le docteur J. B. Noulet, *De quelques plantes fossiles de l'âge miocène, découvertes près de Toulouse*. — *Note sur les empreintes de pluie retirées du terrain miocène toulousain*, in-8, 16 p.; Toulouse, 1865; chez Douladoure.

De la part de M. O. Terquem, *Cinquième mémoire sur les foraminifères du lias des départements de la Moselle, de la Côte-d'Or et de l'Indre, avec un aperçu stratigraphique et pétrologique des environs de Nohant*, in-8, 454 p., 4 pl.; Metz, 1866; chez Lorette.

De la part de M. Ad. Watelet, *Description des plantes fossiles du bassin de Paris*, in-4, livr. 1 à 4; Paris, 1865; chez J. B. Baillièrre et fils.

De la part de M. E. Rigaux, *Notice stratigraphique sur le Bas-Boulonnais* (extr. du *Bulletin n° 4, année 1865 de la Société Académique de Boulogne*), in-8, 29 p., 1 pl.; Boulogne; chez Aigre.

De la part de la Commission géologique de Portugal :

1° *Vegetaes fosseis*. — *Primeiro opusculo*. — *Flora fossil de terreno carbonifero*, par B. A. Gomes, in-4, 44 p., 6 pl.; Lisbonne, 1865.

2° *Da existencia do homem em epochas remotas no valle do Tejo*. — *Primeiro opusculo*. — *Noticia sobre os esqueletos humanos descobertos no Cabeço da Arruda*, por F. A. Pereira da Costa, in-4, 40 p., 7 pl.; Lisbonne, 1865.

De la part de M. Gastaldi, *Intorno ad alcuni fossili della Toscana e del Piemonte* (extr. des *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, nov. 1865, p. 38), in-8, 8 p.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866; 1^{er} sem., t. LXII, nos 8 et 9; in-4.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XII, 1865. —
Revue bibliographique, F; in-8.

L'Institut, n^{os} 1677 et 1678; 1866, in-4.

Réforme agricole, févr. 1866; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, déc. 1865.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale (Saint-Étienne),
 t. X, 4^e livr.; avril, mai, juin 1865.

*Elfster Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur
 und Heilkunde*, 184 p., 1 pl.; Giessen, 1865; in-8.

*Schriften der königlichen physisch-ökonomischen Gesell-
 schaft zu Königsberg*, t. V, 1864, fasc. 1 et 2; in-4.

M. le Président présente l'ouvrage de M. Watelet *Sur les
 plantes fossiles du bassin de Paris* (voy. la *Liste des dons*).
 Il appelle l'attention de la Société sur ce remarquable travail.

M. le Président communique en outre la lettre suivante de
 M. Watelet :

Soissons, 4 mars 1866.

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien communiquer à la
 Société géologique de France les spécimens que j'ai choisis parmi
 les nombreux silex taillés recueillis par moi dans la belle localité
 de Cœuvres, localité que j'ai fait connaître par une communication
 déjà ancienne.

S'il reste encore quelque incertitude sur l'authenticité des silex
 travaillés, ceux que je vous envoie pour être soumis à l'examen
 de nos collègues sont de nature à lever tous les doutes.

J'ai choisi, pour vous être soumis, cinq des principaux types,
 mais il serait facile d'en distinguer un plus grand nombre, tant les
 caractères, en général, nous ont paru distincts et bien tranchés.

Dans une brochure entreprise avec la collaboration de MM. de
 Saint-Marceaux et Papillon j'ai fait figurer la plupart de ces types.
 Ce travail a pour titre : *L'âge de pierre et les sépultures de l'âge
 de bronze dans le département de l'Aisne*.

Depuis la visite que vous avez faite à Cœuvres, monsieur le Pré-
 sident, la faune paléontologique s'est enrichie, vous le savez, de
 plusieurs espèces importantes. Voici la liste de ces espèces que
 vous avez en grande partie contribué à déterminer : *Elephas pri-
 migenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus*, *Canis* (intermédiaire entre
 le renard et le loup pour la taille), *Ursus spelæus*, *Hyæna spelæa*,

Bos (de grande taille), *Cervus* (de grande taille), enfin le *Renne* et un *Rongeur* dont l'espèce n'est point déterminée.

J'ai encore plusieurs ossements que je ne puis rapporter avec certitude à aucune des espèces précédentes et que je compte, monsieur le Président, soumettre bientôt à votre savant examen.

P. S. L'échantillon de quartzite provient de Chavignon (Aisne).

M. E. Danglure, trésorier, présente le projet de budget pour 1866, adopté par le Conseil dans sa séance de ce jour :

Budget pour 1866.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1865.	RECETTES effectuées en 1865.	RECETTES prévues pour 1866.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions . . .	1	Droits d'entrée et de diplôme.	600 »	580 »	600 »
	2	de l'année courante.	8,000 »	7,710 »	8,000 »
	3	Cotisations des années précédentes.	2,000 »	2,340 »	2,000 »
	4	anticipées.	300 »	265 »	300 »
	5	Cotisations une fois payées.	1,500 »	900 »	1,200 »
§ 2. Produits des publications . . .	6	Bulletin.	1,200 »	1,099 »	1,200 »
	7	Mémoires.	800 »	556 »	600 »
	8	Vente de . . . Histoire des progrès de la géologie.	300 »	175 50	100 »
§ 3. Capitaux placés.	9	Arrérages de rentes 5 %	1,870 »	1,870 »	1,870 »
	10	Arrérages d'obligations.	555 »	570 »	600 »
	11	Ministre de l'Instruction publique :			
§ 4. Recettes diverses.		1° Allocation pour les publications de la Société.	1,000 »	750 »	1,250 »
		2° Souscription aux Mémoires.	1,200 »	600 »	600 »
	12	Reliquat de l'allocation de l'année dernière.	» »	» »	600 »
	13	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	400 »	» »	400 »
	14	Recettes imprévues.	» »	200 »	» »
	15	Loyer de la Soc. météorologique.	400 »	400 »	400 »
		Totaux.	19,825 »	18,015 30	19,420 »
§ 5. Solde du compte de 1865.		Reliquat en caisse au 31 décembre 1865			1,106 70
		Total de la recette prévue pour 1866.			20,526 70

*Budget pour 1866.***DÉPENSE.**

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1865.	DÉPENSES effectuées en 1865.	DÉPENSES prévues pour 1866.	
§ 1. Personnel.	1	Agent, { son traitement.	1,800 »	1,800 »	1,800 »	
	2		travaux extraordi- naires.	500 »	500 »	500 »
	3		gratification.	200 »	200 »	200 »
	4		indemnité de loge- ment.	200 »	200 »	200 »
	5	Garçon de bureau, { ses gages.	800 »	800 »	800 »	
	6		gratification ordi- naire.	100 »	100 »	100 »
	7		gratification ex- traordinaire.	100 »	100 »	100 »
§ 2. Frais de lo- gement.	8	Loyer, contributions, assu- rances	2,600 »	2,584 55	5,000 »	
	9	Chauffage et éclairage	700 »	689 10	700 »	
	10	Dépenses diverses.	500 »	253 40	500 »	
§ 3. Frais de bu- reau.	11	Ports de lettres.	500 »	521 65	500 »	
	12	Impressions d'avis et circu- laires.	200 »	145 »	400 »	
§ 4. Magasin.	13	Change et retour de mandats.	20 »	21 50	20 »	
	14	Mobilier.	100 »	60 40	100 »	
	15	Bibliothèque, reliure, port.	1,500 »	650 80	700 »	
§ 5. Publications	16	Bulletin, { impression, pa- pier et planches.	7,500 »	7,169 55	9,000 »	
	17	port.	800 »	615 75	800 »	
§ 6. Emploi de capitiaux.	18	Mémoires, impression, pa- pier et planches.	2,500 »	1,006 50	1,800 »	
	19	Placement des cotisations uni- ques.	600 »	606 50	» »	
	20	Dépenses imprévues.	» »	200 »	» »	
Totaux.			20,420 »	17,804 50	20,320 »	

BALANCE.

La recette étant évaluée à 20,526 fr. 70 c.

La dépense à 20,320 »

Il y aura un excédant de recette de 206 fr. 70 c.

Ce projet de budget est adopté par la Société.

M. de Mortillet fait la communication suivante :

*Des haches en silex au point de vue de la détermination
des terrains; par M. Gabriel de Mortillet.*

La détermination de l'âge des couches superficielles laisse encore

beaucoup à désirer. Des observations récentes, que j'ai faites dans les environs d'Abbeville, me font penser que les haches en silex de diverses formes pourraient être considérées comme des fossiles donnant de précieuses indications à cet égard. Le sol meuble du pays, reposant sur la craie blanche, est constitué de la manière suivante en allant de bas en haut :

1° Terrain quaternaire proprement dit, si malheureusement appelé diluvium, composé, d'une manière générale, de cailloutis à la base, recouverts de sables purs dits sables aigres, puis de sables argileux ou sables gras.

2° Au-dessus est une assise, plus ou moins puissante, de terre rouge, argilo-sableuse, de composition assez uniforme, lehm ou loess.

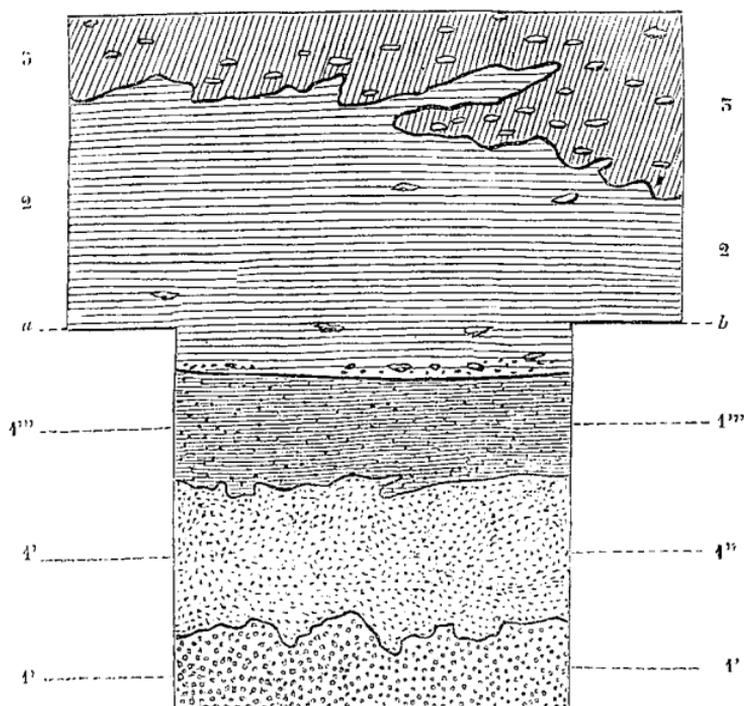
3° Enfin vient un terrain très-varié, composé d'éléments fort divers, ravinant l'assise argilo-sableuse, contenant parfois des cailloutis anguleux; c'est l'alluvion ancienne de M. d'Archiac; c'est ce qu'on peut désigner sous le nom de terrain meuble des pentes avec M. Élie de Beaumont.

4° La terre végétale qui recouvre ce terrain meuble au détriment duquel elle s'est formée.

Les sablières de Menchecourt, faubourg d'Abbeville, offrent d'excellents exemples de cette coupe (voy. *infra*, p. 383).

C'est dans l'assise inférieure, terrain quaternaire proprement dit, qu'on a trouvé les ossements de Mammouth (*Elephas primigenius*), de Rhinocéros (*R. tichorhinus*), etc. Les mieux conservés étaient dans les couches de sables de Menchecourt. C'est aussi dans cette assise quaternaire qu'on a rencontré en abondance ces haches en silex taillées à grands éclats, de forme lancéolée, plus ou moins allongée, auxquelles les ouvriers ont donné le nom de *langués de chat*. La couche de gravier en a fourni un grand nombre, tout près de Menchecourt, dans les travaux que le génie militaire a fait exécuter à la porte Mercadé. Elles étaient associées à des ossements de Mammouth. On peut voir, entre autres, à la Bibliothèque de la ville un beau fragment de mâchoire de cet Éléphant et une magnifique hache trouvés ensemble, la hache dessous l'ossement. Dans les sablières de Menchecourt même, comme on n'entame pas le gravier, les haches en silex sont beaucoup plus rares. La présence des haches dans le gravier au-dessous des ossements renfermés dans le sable, le tout dans des couches parfaitement régulières, montre bien qu'il n'y a pas eu remaniement, altération postérieure, et que le Mammouth a bien vécu contemporanément avec l'homme.

Coupe de Menchecourt, d'après M. Ed. Cellomb.



- 1' — Cailloutis. } Terrain quaternaire, avec haches lancéolées, taillées à grands
 4''' — Sable aigre. } éclats.
 4'' — Sable gras.
 2 — Terre rouge; lehm ou loess, avec haches ovoïdes, à petits éclats.
 3 — Terrain meuble des pentes, avec haches en coin, polies.
 4 — Terre végétale, avec haches brisées et altérées.
 ab — Ligne du sol après le comblement des puits d'exploitation.

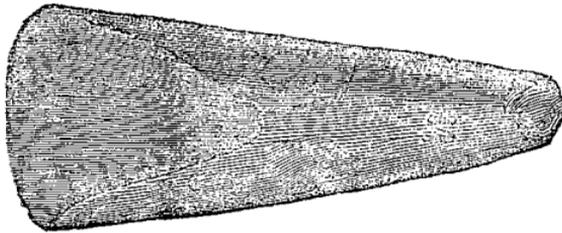
L'assise argilo-calcaire n'a pas encore fourni d'ossements d'animaux capables de la caractériser. Plusieurs géologues la rangent dans le quaternaire et la font à peu près contemporaine des couches inférieures. D'autres rajeunissent beaucoup cette assise. Les éléments de détermination manquent. J'ai été assez heureux pour en découvrir un, produit de l'industrie humaine. Dans une de mes courses à Abbeville, j'ai acquis sur place une magnifique hache d'un caractère tout particulier, provenant de cette assise. C'est un silex taillé encore à éclats, nullement poli, mais les éclats sont beaucoup moins larges, moins grands, la taille est plus fine que dans les haches de l'assise inférieure. De plus, la forme est toute différente. C'est un ovoïde régulier, aplati et fort allongé, également large aux deux extrémités. On ne saurait avoir de doutes sur l'authenticité du gisement. En effet, un des caractères

de l'assise argilo-calcaire est de former des concrétions calcaréo-ferrugineuses. Or la hache porte des incrustations de cette nature. M. Boucher de Perthes possède encore, et a donné au Musée de Saint-Germain, plusieurs de ces belles haches provenant aussi, m'a-t-il dit, de Menchecourt.

Enfin le terrain meuble des pentes renferme des haches en silex poli, forme de coins, du type ordinaire si généralement répandu. Quand les échantillons proviennent de l'intérieur de l'assise, ils sont en très-bon état de conservation, tandis que, lorsqu'ils ont séjourné dans la terre végétale, le choc des instruments agricoles non-seulement les a brisés et déformés, mais encore les a marqués de nombreuses lignes rouges d'oxyde de fer.

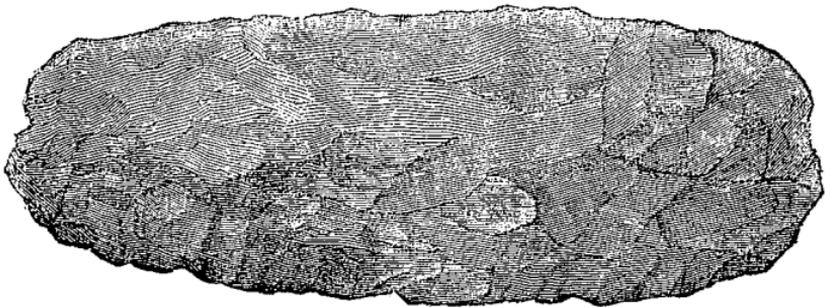
Ainsi donc, on peut reconnaître aux environs d'Abbeville trois étages de haches fort distinctes, se trouvant dans trois assises différentes et caractérisant trois époques successives. C'est en commençant par les plus anciennes :

Les haches lancéolées, taillées à grands éclats, se trouvant dans l'assise quaternaire avec le Mammouth et le Rhinocéros.



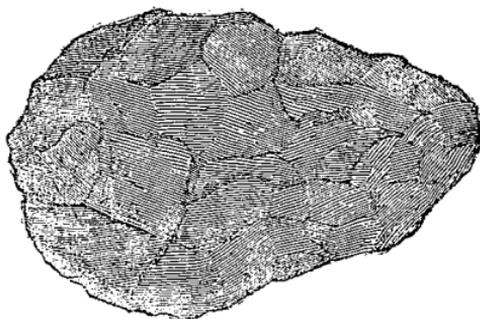
Hache lancéolée quaternaire. Abbeville, 1/3 gr. — Collection Mortillet.

Les haches ovoïdes très-allongées, taillées à éclats moyens, forme intermédiaire, dans l'assise également intermédiaire argilo-sableuse.



Hache ovoïde du Ielm de Menchecourt, 1/3 gr. — Collection Mortillet.

Les haches polies, en forme de coins, dans l'assise la plus superficielle, terrain meuble des pentes, très-bien conservées lorsqu'elles sont assez profondément enterrées, mutilées et sillonnées d'oxyde de fer quand elles se trouvent à la portée des instruments agricoles.



Hache polie, en forme de coin, Abbeville. $\frac{4}{5}$ gr. -- Collection Mortillet.

— Profitant de la circonstance, M. de Mortillet annonce la découverte faite à la porte de Rome, à Ponte-Molle, de haches en silex du type lancéolé quaternaire. Elles ont été recueillies par notre collègue M. le professeur Ponzi, par M. Mantovani et par M. Bleicher, chirurgien de l'armée française, dans les assises de l'alluvion ancienne du Tibre caractérisées par le Mammouth (*Elephas primigenius*) et la faune qui l'accompagne d'habitude.

M. Buteux demande à M. de Mortillet si c'est lui-même qui a trouvé les trois silex travaillés à différents degrés qu'il présente, surtout celui qu'il dit extrait du lehm ou loess.

M. de Mortillet répond que deux ne viennent pas de Menchecourt même, mais de terrains analogues des environs, et qu'il n'a pas trouvé le troisième, c'est-à-dire, celui qui était dans le limon, mais qu'il était là lorsqu'il fut recueilli.

M. Melleville dit avoir annoncé, il y a déjà plus de deux ans, une différence d'âge entre le lehm et les sables inférieurs, différence qui est constatée par le ravinement de la surface de ces derniers et l'existence intermédiaire d'une petite couche de graviers.

M. de Mortillet fait la communication suivante :

Quaternaire du Champ de Mars, à Paris; par M. Gabriel de Mortillet.

En visitant les travaux qui s'exécutent actuellement au Champ de Mars, MM. de Verneuil et Collomb ont observé plusieurs blocs erratiques fort intéressants, qui, grâce à leur intervention, ont été sauvés de la destruction et figureront à l'exposition universelle de 1867 comme échantillons de géologie. D'après leur avis, je suis allé étudier le dépôt quaternaire du Champ de Mars. Tout l'espace occupé par les constructions du palais de l'industrie, c'est-à-dire tout le centre de la vaste place d'armes, est composé d'un cailloutis régulier, à éléments peu volumineux, de grosseur assez uniforme, à stratification fluviale enchevêtrée, sans intercalation d'assises de gros cailloux. On voit très-nettement qu'on est là en présence du dépôt d'un cours d'eau continu, agissant librement, ce qui lui a permis de divaguer sur un espace assez vaste, sujet à des différences très-sensibles de niveau d'eau, mais pourtant n'acquérant jamais une puissance torrentielle. Les crues ont pu être à certains moments très-considérables, mais, comme elles n'étaient gênées par aucun obstacle et qu'elles pouvaient se développer en largeur, leurs effets sont restés très-faibles.

Ces graviers, sur une longueur de près de 500 mètres et une largeur de 400, n'ont presque pas fourni de blocs. Je n'en ai vu que deux, du côté ouest du Champ de Mars, vers l'avenue de Rapp; ce sont ceux découverts par MM. de Verneuil et Collomb. L'un en grès, d'après les mesures de nos deux honorables collègues, a : longueur 2 mètres, largeur 1^m,75, épaisseur 0^m,70; l'autre en silex meulier, longueur 2^m,20, largeur 1^m,50, épaisseur 0^m,50.

Du côté de l'École militaire, entre le pavillon central, l'avenue de Tourville et la rue du Champ de Mars, la nature du dépôt quaternaire change. Il y a là une grande accumulation de sable, qu'on exploite pour les constructions. Ces sables présentent aussi très-nettement la stratification fluviale; mais, fait surprenant, tandis qu'ils sont à peu près privés de cailloux, les gros blocs de dimensions très-diverses, à arêtes vives, abondent. On les compte par centaines. Ce sont des grès, qui tout naturellement s'arrondissent, et surtout des meulières qui conservent très-nettement leurs angles. Ils sont disséminés sans ordre et reposent sur des assises de sable aussi bien stratifiées que celles du voisinage et que celles qui sont superposées. Le plus gros bloc de tout le Champ de Mars provient de cette assise sableuse; il est en meulière de

la Brie, et, d'après MM. de Verneuil et Collomb, il a : longueur 3^m,50, largeur 2^m,25, épaisseur 0^m,62.

Bloc erratique de meulière de Brie, reposant sur un témoin intact, dans le diluvium du Champ de Mars (dessiné par M. Ed. Collomb).



J'en ai vu plusieurs autres en meulière de 1^m,40 et 1^m,20 de long, sur 1^m,20 et 1 mètre de large, et en grès de 1^m,80 sur 1^m,40.

La nature plus ténue du dépôt vers l'École militaire prouve qu'il y a eu là un calme dans le courant, un de ces grands centres de remous qui ne permettent l'accès que des éléments les plus meubles. Comment expliquer alors la présence de tant de gros blocs? N'est-il pas tout naturel de penser que charriés par des glaces flottantes, contenant et contenu sont venus tourner dans ces remous, s'y arrêter et en définitive les glaces y fondre laissant couler tout doucement au fond les blocs qu'elles supportaient. Dans le courant, au contraire, les glaces filaient, c'est ce qui fait que le gravier ne contient presque pas de blocs.

Une autre explication a été proposée. On a dit que les blocs étaient là par suite d'un simple effet de dénudation. Autrefois le Champ de Mars devait être recouvert de grès et de meulières. Soit, mais grès et meulières devaient se trouver en place, au-dessus du niveau actuel, à une hauteur variant au moins de 50 à 100 mètres. Comment admettre que 50 mètres de terrains très-divers, parmi lesquels se trouve le calcaire grossier, aient été lentement dénudés sans laisser un seul bloc, tandis que des fragments d'assises bien supérieures se seraient maintenues en place en conservant la fraîcheur de leurs arêtes? Comment aussi expliquer la position de ces blocs sur des sables fins d'alluvion quaternaire? Si ce sont des débris des anciennes assises dénudées, ils ont dû s'enfoncer au fur et à mesure de la dénudation, sans qu'il y ait pu avoir introduction de dépôts d'alluvion au-dessous.

Les partisans de la dénudation, pour tourner la difficulté, disent que ce sont des éboulis des berges ou falaises. Mais l'éboulis d'un bloc du volume de ceux cités, ayant lieu d'une hauteur de plus de 50 mètres, ne peut pas se faire sans une violente perturbation dans le dépôt inférieur. Eh bien, les couches si meubles de sable du Champ de Mars sont aussi régulières au-dessous des blocs que dans le reste de la formation. Et puis les gisements les plus près contenant grès et meulières sont à plus de 6 kilomètres de distance horizontale. Enfin les meulières du Champ de Mars, comme l'ont très-bien fait observer MM. de Verneuil et Collomb, ne sont pas de celles du voisinage, mais bien de celles de la Brie dont le gisement est en amont de Paris.

Il paraît donc que pour expliquer la présence des blocs erratiques de grès et de meulières dans le Champ de Mars, il faut forcément avoir recours à l'intervention des glaces flottantes.

M. Hébert fait observer qu'il ne lui paraît nullement nécessaire de faire intervenir les glaces pour le transport des gros blocs de meulières dans leur emplacement actuel du Champ de Mars. Ces blocs paraissent appartenir aux meulières de Brie dont la nappe s'étend sur les coteaux de Villejuif, et dont les débris très-abondants couvrent le plateau de la Maison Blanche et la Butte aux Cailles. Il est donc bien certain que les meulières de Brie, avant les grandes dénudations quaternaires, s'étendaient jusqu'au-dessus du Champ de Mars, ou du moins à une très-faible distance au S. E. En supposant que le dépôt du diluvium inférieur, ou diluvium gris, qui a suivi le premier creusement de la vallée de la Seine, ne rende pas facilement compte de la position actuelle de ces blocs, il ne faut pas oublier qu'il y a eu une seconde dénudation suivie du dépôt du *diluvium rouge* ou *alluvion ancienne*. A très-peu de distance, sur le plateau de la Maison Blanche, ce diluvium rouge renferme des blocs de meulière au moins aussi considérables que ceux du Champ de Mars. M. Prestwich (1) a dessiné un des nombreux exemples de ces énormes blocs du diluvium rouge reposant sur le diluvium gris à Joinville. Comme à Joinville, le diluvium rouge repose, au bois de Boulogne, sur le diluvium gris de la manière la plus évidente. Il en est de même partout où de

(1) *Phil. Trans.*, part. II, p. 269. 1864.

nouveaux remaniements par les eaux n'ont point eu lieu. Le diluvium du Champ de Mars était autrefois couvert par la nappe normale de *diluvium rouge*, avec ses gros blocs. Depuis, il a été remanié par les eaux qui ont dénudé et raviné cette dernière formation, et les gros blocs se sont trouvés mélangés avec les éléments du diluvium gris.

M. Hébert est d'ailleurs bien éloigné de repousser d'une manière absolue l'intervention des glaces dans les phénomènes quaternaires. Pour lui, en effet, le diluvium rouge serait très-probablement de la même époque que la grande formation erratique du Nord due aux glaces flottantes. Peut-être ces glaces flottantes n'ont-elles point dépassé la latitude de Londres. Mais le courant qui les charriait de la mer glaciale sur l'Allemagne par la Finlande et la Baltique a dû nécessairement circuler sur toute la France septentrionale et y laisser des traces de son passage.

M. Benoît fait observer qu'il a déjà proposé l'explication du transport des blocs du diluvium de la Seine par des glaces flottantes (*Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XX, p. 325). A cette théorie, qui implique à la fois le creusement préalable, plus ou moins achevé, des vallées et l'influence des causes qui, à une époque qu'il faut intercaler dans les âges géologiques, ont produit l'extension des glaciers, on vient d'en opposer une autre qui combine le creusement de la vallée de la Seine avec l'éboulement des blocs sur la pente des berges, où ces blocs seraient encore groupés selon la nature des roches éboulées.

Mais si ce dernier fait, le groupement des blocs, n'existe pas, la théorie tombe. Or, c'est au contraire le mélange des blocs qui est le fait vrai, général, depuis le fond de la vallée jusque sur les points assez élevés que le diluvium caillouteux gris et rouge a pu atteindre latéralement, depuis Montereau, où commence l'intervention des blocs de meulière de Brie, et un peu plus bas, là où commence celle des grès de Fontainebleau, jusqu'à Vernon, où le diluvium s'atténue beaucoup de toute manière pour n'envoyer ensuite que des sables à la mer. Qu'il y ait des localités où telle roche domine parmi les blocs du diluvium, cela est tout naturel, parce que les berges sont formées de cette roche et encaissent le fleuve, comme cela se voit

bien pour les meulières de Brie depuis Melun jusqu'à Corbeil et même jusqu'à Paris. Quant aux blocs de grès de Fontainebleau, généralement moins nombreux que ceux de meulière, ils vont jusqu'au delà de Mantes, où ils n'ont plus qu'un petit volume, ainsi que tous les autres.

Une autre objection, c'est que les falaises de grès de Fontainebleau sont bien loin; les plus voisines de Paris sont à 20 kilomètres et bordent la vallée de Chevreuse jusqu'auprès de Longjumeau. Il n'y a nul indice qu'elles aient été reculées si loin après avoir bordé la Seine et fourni, par éboulement, des matériaux au diluvium riverain; cela serait d'ailleurs l'inverse des phases connues de toutes les érosions et de l'arrangement successif des terrasses dans les vallées. On peut donc dire que, s'il y a des blocs de grès de Fontainebleau à Paris, ils sont venus de loin, comme ceux de granite. Il n'est d'ailleurs pas probable qu'après l'époque tertiaire il y ait eu du grès de Fontainebleau au-dessus de Paris, si l'on en juge par les berges voisines où il n'y a que des sables non consolidés en bancs de grès par une infiltration siliceuse. S'il en est ainsi, l'ablation de ces sables et des autres couches peu solides a eu tout le temps de se faire dès l'émergence du bassin de Paris, c'est-à-dire dès le milieu de l'époque tertiaire et même avant; on conçoit alors que la vallée de la Seine a pu être suffisamment dessinée lorsque le diluvium caillouteux est venu se répandre sur le fond et accentuer davantage les sinuosités du fleuve.

Après cela, quand on voudra bien admettre l'époque glaciaire et son influence, on admettra aussi que s'il y avait de l'eau dans la vallée de la Seine, cette eau a dû geler et encastrier les matériaux meubles et même les blocs libres des berges et des bas-fonds; des débâcles probablement annuelles auront ensuite charrié le tout en aval; ce sont là des phénomènes très-naturels, que l'on voit quelquefois se produire en petit dans nos rivières actuelles.

M. Dausse demande si, en acceptant l'explication de M. Hébert, il ne faudrait pas encore faire intervenir les glaces pour expliquer la disparition sur certains points des blocs dénudés.

Après quelques observations présentées par plusieurs mem-

bres, la discussion au sujet des blocs erratiques du Champ de Mars est close.

M. Daubrée fait la communication suivante :

Expériences synthétiques relatives aux météorites. Rapprochements auxquels ces expériences conduisent, tant pour la formation de ces corps planétaires que pour celle du globe terrestre; par M. Daubrée.

Depuis longtemps déjà, on ne peut douter que, parmi les matières qui tombent de l'atmosphère sur la surface du globe, il en est dont l'origine est incontestablement étrangère à la planète que nous habitons. Leur chute se fait reconnaître à la production considérable de lumière et de bruit qui l'accompagne, à la trajectoire presque horizontale qu'elles décrivent, enfin à la vitesse excessive dont elles sont animées, vitesse qui n'a pas d'analogues sur la terre et qu'on ne peut comparer qu'à celles des planètes gravitant dans leurs orbites.

Quelle que soit la région des espaces dont proviennent ces masses, elles constituent les seuls produits tangibles qui nous arrivent des corps célestes. Chacun comprend l'intérêt que présente leur étude, non-seulement pour l'astronomie, mais aussi pour la géologie, qui voit ainsi s'agrandir ses horizons, et qui tire de la comparaison de ces corps lointains avec notre globe d'utiles renseignements sur le mode de formation de ce dernier et de notre système planétaire, comme je vais chercher à le montrer.

Il m'a paru que le moment était venu de compléter par des expériences synthétiques les nombreuses notions que l'analyse a fournies sur la constitution des météorites. Il était en effet permis d'espérer que la synthèse expérimentale ne rendrait pas moins de services dans cette étude que dans celle des minéraux et des roches terrestres.

Obligé de me restreindre, je ne puis donner ici qu'un résumé sommaire de nombreuses expériences que j'ai déjà exécutées (1).

Avant d'entrer en matière, je dois rappeler très-brièvement que

(1) Des détails plus circonstanciés sur ces expériences se trouvent consignés dans le travail que j'ai présenté à l'Académie des sciences et qui est inséré dans les *Comptes rendus des séances*, t. LXII, p. 200, 269 et 660.

les diverses météorites connues se rapportent à deux grandes divisions : les *fers* et les *pierres*.

Dans les fers on a établi trois subdivisions : 1° fer sans mélange de matières pierreuses ; 2° fer renfermant des globules de péridot (fer de Pallas) ; 3° fer associé à des silicates, péridot et pyroxène (Sierra de Chaco). Ce dernier mélange établit le trait d'union entre les extrêmes, en apparence si différents, des deux grandes divisions établies.

Les pierres, pour la plupart, ne renferment le fer natif qu'en petits grains et disséminé au milieu de silicates, principalement à base de magnésie et de protoxyde de fer, dont le péridot forme en général une grande partie. C'est ce groupe que nous désignons ici, à raison de son extrême fréquence, sous le nom de *type commun*.

Les autres météorites pierreuses qui ne contiennent pas de fer natif peuvent être rapportées à trois groupes principaux.

Dans les unes prédominent les silicates magnésiens, soit que le péridot en constitue presque entièrement la masse (Chassigny), soit qu'un silicate moins basique y prédomine (Bishopville).

Un autre groupe, sans péridot, pauvre en magnésie, renfermant l'alumine en quantité notable, se caractérise par un mélange grenu d'anorthite et de pyroxène, et par son analogie avec certaines laves (Juvinas, Jonzac, Stannern).

Enfin, un dernier type est caractérisé d'une manière très-remarquable par la présence de matières charbonneuses (Alais, Orgueil).

I. *Expériences synthétiques relatives aux météorites.*

Essais d'imitation des fers météoriques. — Le trait physique le plus caractéristique que présente le fer apporté par les météorites, comparé au fer tel que nous l'obtenons, consiste dans la structure cristalline qui se manifeste sur une surface que l'on polit, puis que l'on passe à l'acide. Les dessins réguliers qui apparaissent alors ont reçu le nom de *figures de Widmanstaetten*, du nom du savant qui les a le premier signalées. Depuis lors, cette structure a été l'objet d'observations approfondies, parmi lesquelles on doit rappeler particulièrement celles de MM. Haidinger, le baron de Reichenbach et Gustave Rose. La configuration dont il s'agit n'est pas seulement produite par la cristallisation, mais aussi par la non-homogénéité de la masse et par la séparation qui s'y est faite d'une substance plus difficilement attaquable que le fer par

les acides. C'est un phénomène de véritable départ, qui n'est pas sans analogie avec l'isolement du feldspath ou du quartz au sein des pâtes porphyriques. Quant à la nature de la substance disséminée ainsi au milieu du fer, on l'a considérée comme étant, soit le phosphore de fer et de nickel, soit un alliage de nickel et de fer où le premier métal prédomine.

Jusqu'à présent on n'a pas pu imiter cette structure remarquable, dont les aciers damassés ne donnent qu'une idée imparfaite et qu'il importe de ne pas confondre avec le moiré ou le velouté que prend, par l'action d'un acide, une substance homogène et confusément cristalline, par suite du miroitement de petits cristaux orientés semblablement et formant des groupes distincts. Pour chercher à la reproduire, j'ai d'abord fondu le fer météorique de Caille (Var) dans une brasque d'alumine, en évitant le contact du charbon, qui s'y serait combiné. La masse, après fusion, présentait à sa surface et dans sa cassure une cristallisation bien prononcée, mais elle n'offrait plus les lignes brillantes qui s'y dessinaient si nettement à l'état naturel. Peut-être le résultat eût-il été plus satisfaisant, si le refroidissement avait pu se faire avec beaucoup de lenteur. D'ailleurs les fers météoriques eux-mêmes ne présentent pas toujours la régularité géométrique que nous venons d'indiquer. Il en est où le phosphore s'est isolé sous des formes arrondies et assez irrégulières.

Une autre série d'expériences a eu pour but d'associer le fer doux à chacune des principales substances qui l'accompagnent dans les fers météoriques, particulièrement au nickel, au silicium, au soufre et au phosphore. En associant au fer doux du nickel, du protosulfure de fer et du silicium, on a obtenu des masses d'une structure dendritique ou extrêmement cristalline, mais n'offrant pas de véritable départ, comparable à celui des fers météoriques.

Il en est autrement si l'on fond du fer doux avec addition de phosphore de fer, dans une proportion qui a été portée de 2 à 5 ou 10 pour 100. On voit alors, sur la surface polie qui a subi l'action de l'acide, s'isoler une substance plus brillante et plus résistante, qui rappelle tout à fait celle des fers météoriques, sauf moins de régularité dans le dessin. Un résultat encore meilleur a été obtenu en introduisant du nickel, en même temps que du phosphore de fer, et surtout en opérant sur une masse de 2 kilogrammes; au milieu de dessins dendritiques d'une régularité très-remarquable, et qui, d'après l'examen qu'en a fait M. Des Cloizeaux, paraissent disposés suivant les formes du dodécaèdre

rhomboïdal régulier, on aperçoit alors la matière brillante, isolée et comme repoussée dans les interstices, sous une forme réticulée.

Une troisième méthode d'expérimentation a consisté à réduire, par fusion dans un creuset brasqué, certaines roches terrestres, telles que le péridot, la lherzolithe, l'hypersthène du Labrador, les basaltes et mélaphyres de diverses localités. Je suis également arrivé de cette manière à la production de fers qui se rapprochent beaucoup des fers météoriques, tant pour la composition que pour la structure, notamment en me servant de la lherzolithe de Prades (Pyrénées-Orientales). Ils contiennent, comme les fers météoriques, du nickel, du chrome et du phosphore de fer qui ressort en longues aiguilles, de manière à rappeler les dessins naturels. Le fer produit par la fusion du péridot de Beyssac (Haute-Loire) a donné, à l'analyse, 1,9 pour 100 de nickel; celui fourni par la lherzolithe de l'étang de Lherz, 0,6 pour 100; celui de la lherzolithe de la Serre de Sem, près de Vicdessos, n'en renferme que des traces. Quant au phosphore, les fers produits par les deux dernières roches en renferment des quantités sensibles.

Ces analyses chimiques, comme celles dont on rencontrera plus loin le résultat, ont été faites par M. Stanislas Meunier, attaché au laboratoire de géologie du Muséum, à qui je me fais un plaisir de rendre justice pour le soin qu'il a apporté à leur exécution.

Puisqu'en fondant les fers naturels on avait à peu près détruit leur structure, on ne pouvait guère espérer un meilleur résultat par une synthèse directe, tout en restant dans les mêmes conditions de refroidissement rapide. L'imitation, quoique incomplète, à laquelle je suis arrivé, ne laisse donc pas que de présenter de l'intérêt.

Essai d'imitation des pierres météoriques. — Fusion de ces pierres. — Comme les pierres météoriques nous arrivent toujours recouvertes d'une croûte noire et vitreuse due à une fusion superficielle opérée dans leur trajet à travers l'atmosphère, on pouvait croire qu'en les fondant dans des creusets on n'obtiendrait pas autre chose que cette même matière vitreuse. Or, l'expérience est venue apprendre qu'il en est tout autrement et que ces substances possèdent au contraire une aptitude bien prononcée pour la cristallisation. Ainsi, en liquéfiant des météorites de plus de trente chutes différentes, j'ai toujours obtenu des masses éminemment cristallines.

Si l'on soumet à une température suffisamment élevée les *météorites de type commun*, la masse, après fusion, se compose d'un culot et de grenailles métalliques, disséminées dans une gangue pier-

reuse. Celle-ci présente un mélange en proportions variables de péridot ($Mg.Si$) et d'enstatite ($Mg.Si^2$). La première espèce présente souvent des formes nettes et mesurables. Ces deux silicates se séparent par une sorte de liquation. En général, le péridot forme à la surface une pellicule mince cristallisée, tandis que l'intérieur se compose de longues aiguilles d'enstatite. Dans certains cas, les cristaux d'enstatite s'étendent à la surface de la masse avec une disposition qui rappelle tout à fait celle du mica dit palmé, que renferment certaines pegmatites des Pyrénées et du Limousin.

La *météorite de Chassigny* donne une masse de péridot bien cristallisée.

La *météorite de Bishopville* fournit des prismes d'enstatite d'une blancheur parfaite, recouverts seulement çà et là de quelques lames de péridot.

Les *météorites charbonneuses d'Alais et d'Orgueil* produisent des masses tout à fait semblables entre elles, d'un vert olive, très-fibreuses et ressemblant beaucoup à la bronzite. D'où il résulte qu'à part la matière charbonneuse, elles se rapprochent des *météorites ordinaires*.

Les *météorites alumineuses*, dont celles de Juvinas, de Jonzac et de Stannern offrent les exemples les plus connus, donnent un produit entièrement différent de toutes les *météorites magnésiennes* dont il vient d'être question : c'est une masse vitreuse, quelquefois rubanée par un commencement de dévitrification, mais sans cristaux de péridot ni d'enstatite.

C'est dans les mêmes essais que l'on a constaté la présence d'un corps qui ne paraît pas avoir été vu jusqu'ici dans les *météorites magnésiennes* : je veux parler du titane, reconnaissable à sa couleur caractéristique et à son inaltérabilité au contact des acides (carbo-azoture), et que l'on a ainsi trouvé dans les *météorites fondues de Montrejeau et d'Aumale* (1).

Quant au culot avec grenailles métalliques provenant des nombreuses *météorites pierreuses* dont j'ai opéré la fusion, il se composait non-seulement du fer métallique qui s'y trouvait primitivement, mais aussi du fer qui s'était séparé de leurs silicates par voie de réduction. Ce métal avait nécessairement pris du carbone à la brasque, et peut-être aussi du silicium aux silicates.

(1) Ce même métal, signalé dans la *météorite pyroxénique* de Juvinas par M. Rammelsberg, a apparu très-clairement aussi sur les globules de fer obtenus par la fusion de cette *météorite*.

Il est digne de remarque que l'on y a distingué parfois, après le poli et l'action de l'acide, une substance brillante, se détachant en saillie sur un fond mat, et présentant une forme dendritique qui rappelle tout à fait la structure dite *tricotée* du bismuth natif. (Ex : fer de la mésosidérite de la Sierra de Chaco.)

Imitation des météorites du type commun par réduction. — La fusion des météorites du type commun produit, comme on vient de le voir, deux minéraux principaux, le péricote et l'enstatite. C'étaient donc les roches terrestres caractérisées par la présence des deux mêmes minéraux qui devaient d'abord servir aux essais.

On les a premièrement fondues dans des creusets de terre, sans intervention d'un agent réducteur.

Par la fusion pure et simple dans un creuset de terre, le péricote se convertit en une masse verte, translucide, recouverte de cristaux de péricote et entièrement cristalline à l'intérieur, ainsi qu'il résulte de son action sur la lumière polarisée. Sa structure est souvent lamellaire, comme celle du péricote des scories (1). Le péricote fondu contraste donc, par sa consistance, avec le péricote granulaire et peu cohérent que renferment ordinairement les roches basaltiques (2).

La lherzolite, formée d'un mélange de péricote, d'enstatite et de pyroxène, fond encore plus facilement que le péricote, et donne des masses qui reproduisent, à s'y méprendre, la roche naturelle, avec cette différence que l'on remarque, à la surface et dans l'intérieur, des aiguilles d'enstatite que l'on ne distinguait pas avant la fusion (lherzolite de Vicdessos et de Prades, dans les Pyrénées).

Ainsi les aiguilles parfaitement blanches données par la lherzolite de Prades ont fourni à l'analyse, sous le poids de 0^{gr},200 :

Silice.	0,115
Magnésie.	0,084
Protoxyde de fer.	0,004
	0,200

(1) Le péricote sur lequel ont été faites la plupart des expériences relatées ici, provient du basalte des environs de Langeac (Haute-Loire), où il est en abondance. Un péricote de cette localité a été analysé par Berthier, qui y a trouvé 16 pour 100 de protoxyde de fer (*Ann. des mines*, 4^{re} sér., t. X, p. 269).

(2) Le basalte ne paraît pas avoir eu, du moins en général, une température assez élevée pour fondre les gros morceaux de péricote qui y étaient empâtés. Peut-être a-t-il pu toutefois en dissoudre une partie

ou sur 100 parties :

		Oxygène.	Rapport.
Silice.	57,0	— 28	— 2
Magnésie.	42,0	— 45	— 4
Protoxyde de fer.	0,5		
	<u>99,5</u>		

Certains péridots basaltiques, mélangés de pyroxène et d'enstatite, offrent la plus grande ressemblance avec la lherzolite et se comportent de même au feu (péridot de Beyssac, Haute-Loire, et de Dreyser-Weiher, dans l'Eifel).

Par exemple, les aiguilles obtenues par la fusion du péridot de Beyssac ont donné, sous le poids de 0^{gr},300 :

Silice.	0,488
Magnésie.	0,433
Protoxyde de fer.	0,010
	<u>0,334</u>

ou sur 100 parties :

		Oxygène.	Rapport.
Silice.	56,4	— 28	— 2
Magnésie.	39,0	— 45	— 4
Protoxyde.	3,0		
	<u>98,4</u>		

Par l'addition d'une certaine quantité de silice, on peut à volonté augmenter la proportion du bisilicate ou enstatite, et produire ces mélanges qui forment le passage du péridot à la lherzolithe. Le même bisilicate prend aussi naissance le long des parois du creuset, en leur empruntant de la silice.

Les minéraux, qui avaient d'abord été soumis, comme on vient de le voir, à une simple fusion, ont ensuite subi la même action, en présence d'une influence réductrice. Pour cela, on a choisi en premier lieu le charbon disposé en brasque dans un creuset. On arrive ainsi aux mêmes résultats que précédemment, avec cette différence que le fer, qui était combiné dans le silicate, se réduit à l'état métallique; il se sépare en grenailles ou reste disséminé dans le silicate non décomposé, en grains microscopiques séparables au barreau aimanté.

Ce produit de la réduction et de la fusion des roches péridot-

et donner ainsi naissance aux cristaux nets, mais de petite dimension, qui y sont quelquefois disséminés.

tiques ressemble donc beaucoup à celui des météorites traitées de la même manière, et l'analogie subsiste, tant pour la partie pierreuse que pour la partie métallique qui, dans l'un et l'autre cas, renferme du nickel.

Les météorites viennent d'être reproduites dans les traits généraux de leur composition ; nous allons voir qu'on est même arrivé à imiter certains détails intimes de leur structure.

Quand on examine au microscope une plaque mince de péridot ou de lherzolithe après fusion, on y retrouve, comme dans la plupart des météorites du type commun, ces séries de lignes droites parallèles, simulant des coups de burin, remarquables par leur régularité au milieu de fendillements de forme irrégulière. Ces lignes sont dues à l'existence de plans de clivage. En outre, des aiguilles fines d'enstatite, parallèles et sensiblement équidistantes, disposées aussi par faisceaux, rappellent des détails de texture que fait connaître l'examen microscopique de beaucoup de météorites (1).

La structure globulaire est si fréquente dans les météorites du type commun, qu'elle a valu à tout ce groupe la dénomination de *chondrite*. Or, nous voyons des grains ou sphérules semblables prendre naissance dans plusieurs des expériences faites sur la fusion des silicates magnésiens. Parmi ces globules, les uns sont à surface lisse, d'autres à surface drusique ou hérissée de petits cristaux microscopiques. Ces derniers ressemblent tout à fait aux globules de la météorite de Sigena (17 novembre 1773), de la variété friable, dont le Muséum doit un échantillon à la libéralité de l'Académie des sciences de Madrid. Ces globules sont inattaquables par les acides, comme ceux des météorites. L'analyse d'un échantillon a montré qu'il renferme plus de silice que le bisilicate.

Enfin, les surfaces de frottement, avec enduit d'apparence graphitique, que présentent, à l'intérieur, beaucoup de météorites (par exemple, Alexandrie, 1860), s'imitent très-bien avec les silicates fondus qui renferment le fer réduit en très-petits grains, lorsqu'on vient à en frotter deux fragments l'un contre l'autre.

Dans une autre série d'expériences, nous avons employé comme réducteur, non plus le charbon, mais l'hydrogène, et les résultats

(1) A part l'exemple de la météorite d'Aumale (*Compt. rend. de l'Acad. des scienc.*, t. LXII, p. 72) je renverrai à ceux qui sont figurés dans l'important ouvrage de mon savant ami Gustave Rose, pour les météorites de Krasnoï-Ugol, Staupopol, et pour le péridot du fer de Pallas (pl. I, fig. 40, et pl. IV, fig. 7, 8, 9).

ont été de même ordre; ainsi la lherzolithe, le pyroxène, soumis à un courant d'hydrogène, abandonnent, à l'état de métal, le fer qui s'y trouvait sous la forme de silicate de protoxyde. La réaction peut s'accomplir à une température qui ne dépasse pas le rouge. Dans ces mêmes conditions, les phosphates, soit seuls, soit en présence des silicates, se réduisent en phosphures, en sorte que le produit final de l'action de l'hydrogène offre une grande analogie chimique avec les météorites.

Les expériences qui précèdent montrent de quelle utilité peut être l'étude des produits de fusion, tant pour les météorites que pour des roches de nature variée, et notamment les roches magnésiennes qui ont une tendance marquée à donner des produits cristallins.

Imitation des météorites du type commun par oxydation. — Il est une seconde méthode qui permet d'obtenir l'imitation des météorites. Elle est inverse de la précédente, et consiste à chauffer les corps dominants des météorites du type commun, autres que l'oxygène, le fer, le silicium et le magnésium, dans une atmosphère incomplètement oxydante, et à en opérer non-seulement le grillage, mais aussi la fusion, c'est-à-dire la scarification.

En soumettant à la température élevée du chalumeau à gaz du siliciure de fer contenu dans une brasque de magnésie, on obtient une imitation parfaite, dans ce qu'elle a de plus essentiel, des météorites du type commun. Le fer se sépare tant à l'état métallique qu'à l'état de silicate de protoxyde, et du péridot se produit, en partie à l'état cristallisé.

L'imitation a même pu être poussée jusque dans des détails minutieux, en chauffant un mélange formé de silice, de magnésie, de fer nickélifère, de phosphure et de sulfure de fer. Les globules métalliques renferment alors le nickel, le phosphore et le soufre, à l'exclusion de la gangue pierreuse qui n'en a pas retenu, et l'on y retrouve, au lieu du phosphure simple introduit dans le mélange primitif, ce phosphure triple de fer, de nickel et de magnésium que Berzelius a découvert dans les fers météoriques.

Les résultats dont nous venons de rendre compte et auxquels on ne peut arriver sans des tâtonnements assez délicats, présentent avec ceux qu'on obtient dans certaines opérations métallurgiques des analogies qu'il convient de faire ressortir.

Lorsqu'on transforme la fonte en fer dans l'opération de l'affinage, l'oxygène de l'air brûle, non-seulement son carbone, mais aussi le silicium qu'elle contient et une partie du fer. Il en résulte un silicate qui entre dans la scorie noire que tout le monde connaît. Souvent cette scorie se présente à un état parfait de cristallisation,

et alors elle offre à la fois la même composition que le péridot naturel (pourvu qu'on remplace dans celui-ci la magnésie par l'oxyde de fer, son isomorphe) et les mêmes formes cristallines. C'est une sorte de péridot de fer, auquel on a donné le nom de fayalite.

On voit par nos expériences ce fait dont l'importance ressortira plus loin, que le péridot magnésien manifeste une grande tendance à se former et à cristalliser, comme le péridot à base de fer des usines.

Stromeyer a signalé aussi un contraste singulier que présente la composition des péridots (1). Tandis que les péridots terrestres renferment à peu près tous du nickel, les péridots des fers météoriques, comme ceux de Sibérie et d'Atacama, n'en renferment pas, bien qu'ils soient noyés dans une masse de fer où le nickel entre dans la proportion de 6 à 10 pour 100. La même opposition se reproduit dans notre expérience : le péridot, artificiellement formé en présence d'un alliage renfermant 9 pour 100 de nickel, ne contient, en effet, pas de trace sensible de ce dernier métal. Cette exclusion paraît devoir être attribuée à ce que le nickel, ayant une moindre tendance à s'oxyder que le fer, se concentre en quelque sorte dans celui-ci, tant qu'il en reste à l'état métallique. Si l'oxygène est assez abondant pour oxyder les deux métaux, le nickel lui-même passe aussi à l'état de silicate, comme il est arrivé dans la formation du péridot terrestre.

Les opérations dont je viens de rendre compte ont été faites à une température voisine de la fusion du platine. Pour obtenir cette température élevée (2) je me suis adressé à l'obligeance de M. Gaudin, dont l'habileté dans le maniement de ces hautes températures est connue depuis qu'il y a trente-cinq ans il a montré ce que c'est que du quartz fondu. D'autres opérations ont été faites dans l'appareil à gaz, récemment imaginé par M. Schloësing, à qui je dois également adresser mes remerciements.

II. *Conséquences relatives au mode de formation des corps planétaires dont proviennent les météorites.*

Il importe avant tout de faire remarquer que nous ne recherchons pas ici la cause qui apporte les météorites sur notre globe.

(1) *Poggendorff's Annalen*, t. XXXIII, p. 433, 1834.

(2) Ces fusions ont été faites dans un fourneau de l'usine à gaz de Vaugirard, établi par M. Gaudin, et communiquant avec une cheminée d'une hauteur de 40 mètres, de telle sorte que le tirage correspond habituellement à une pression manométrique de 30 millimètres d'eau. Le combustible était du coke de cornue à gaz.

Nous avons pour but d'éclairer leur mode de formation, autant que le permet la difficulté du sujet.

Les météorites nous parviennent à la surface de la terre avec une forme qui est en général celle de polyèdres à angles émoussés ; elles ne paraissent être que des éclats détachés de masses plus ou moins considérables qui ressortiraient probablement de notre atmosphère après y être entrés, quand une sorte de ricochet serait possible (1). Ces masses errantes pourraient elles-mêmes, comme on l'a pensé, n'être que des fragments de corps planétaires brisés à des époques indéterminées et peut-être extrêmement reculées.

Quoi qu'il en soit des suppositions précédentes, il paraît certain que ces masses, en circulant dans les espaces, ne possèdent point une température élevée ; par leur entrée dans notre atmosphère, elles acquièrent une incandescence subite, qui sans doute les fait éclater, mais qui, tout en vitrifiant leur surface, n'a pas modifié l'intérieur des éclats. Celui-ci représente donc l'état de la masse, tel qu'il était dans les espaces, et jusqu'à un certain point, par conséquent, l'état des corps planétaires dont ces fragments sont des échantillons. Étudier ces échantillons d'une manière approfondie, c'est donc préparer certains jalons de l'histoire, si pleine d'intérêt, de ces corps planétaires.

Température. — Les silicates anhydres qui entrent dans la constitution des météorites se sont sans doute, tout aussi bien que notre globe lui-même, formés sous l'influence d'une haute température. Et cependant deux considérations feraient croire que ces masses ont cristallisé à une température moins élevée que dans nos expériences. Ainsi :

1° La partie pierreuse ne possède qu'une cristallisation confuse et à peine agrégée, qui contraste avec celle que donne la fusion artificielle.

Puisque dans nos expériences les silicates qui composent les météorites magnésiennes se transforment si facilement en cristaux bien accentués et cela malgré un refroidissement rapide, comment se fait-il donc que la météorite naturelle ne présente que des cristaux très-petits et essentiellement confus, qu'une sorte de poussière cristalline ?

(1) La chute du 14 mai 1864, des environs d'Orgueil (Tarn-et-Garonne) paraît avoir donné un exemple de cette sorte de trajectoire, comme je l'ai exposé (*Compt. rend.*, séance du 30 mai 1864, t. LVIII, p. 477).

S'il était permis de chercher quelque analogie autour de nous, nous dirions que les cristaux obtenus par la fusion des météorites rappellent les longues aiguilles de glace que l'eau liquide forme en se congelant, tandis que la structure à grains fins des météorites naturelles ressemble plutôt à celle du givre ou de la neige formée, comme on le sait, par le passage immédiat de la vapeur d'eau atmosphérique à l'état solide ou encore celle de la fleur de soufre. Outre cette comparaison faite sous toutes réserves, on pourrait supposer d'autres causes qui auraient brouillé l'état cristallin des météorites comme une température trop peu élevée, un refroidissement très-rapide ou une agitation qui aurait surpris la cristallisation (1).

2° Les grains de fer disséminés au milieu de ces silicates ont une forme irrégulière et non globulaire, comme s'ils s'étaient constitués à une température inférieure à celle de la fusion du fer doux, et probablement même à celle de la fusion des silicates qui leur servent de gangue. La structure de certaines météorites très-riches en fer (mésosidérites), et en particulier celle de la Sierra de Chaco, au Chili, qui se présente en quelque sorte à l'état granitoïde, appuie cette supposition. Il semble que le tout se soit formé à une température au plus égale à celle du fer soudant.

Une expérience a confirmé cette manière de voir. J'ai cherché à imiter le mode de dissémination du fer métallique dans les silicates, tel que le présentent les météorites ordinaires, en exposant à une température élevée du fer réduit, mélangé intimement à de la lherzolithé. Après fusion du tout, les particules de fer se sont réunies en de nombreux grains encore très-petits, mais dont la forme globulaire facilement reconnaissable, surtout après que l'échantillon a été poli, contraste avec les grains de forme tuberculeuse disséminés dans les météorites.

Faisons bien remarquer, en tous cas, que cette chaleur originale n'existe plus quand ces masses pénètrent dans notre atmosphère. En effet, la météorite charbonneuse d'Orgueil se compose d'une matière pierreuse, renfermant en combinaison ou en mélange intime, jusque dans ses parties centrales, de l'eau et des matières volatiles; c'est, à raison de cette nature si impressionnable, un véritable thermomètre à *maximum* qui nous indique

(1) Ce résultat de l'expérience est d'ailleurs conforme à celui que vient d'obtenir un observateur distingué, M. Sorby, d'après des études microscopiques qu'il a fait connaître par un extrait (*Geological magazine*, t. II, p. 447).

que ces corps ne pouvaient être que froids au moment où ils nous sont arrivés de l'espace; car ces composés volatils ne paraissent pas s'être constitués dans notre atmosphère.

Constitution chimique. — Après les expériences que nous avons rapportées, la nature si caractéristique des masses dont proviennent les météorites peut s'expliquer très-simplement, et cela de deux manières, suivant qu'on se reportera aux expériences de réduction ou à celles d'oxydation.

On a vu que les caractères des météorites sont reproduits jusque dans des détails intimes de structure dans la réduction des roches silicates basiques au moyen du charbon. Nous n'en concluons pas toutefois que les météorites se soient formées par ce procédé. Car, s'il en était ainsi, le carbone aurait sans doute carburé le fer d'une manière très-notable, comme dans l'acier ou la fonte, ce qui n'est pas le cas ordinaire.

D'ailleurs il y a lieu de se demander, dans le cas où la formation des météorites aurait été accompagnée d'une action réductrice, s'il ne faudrait pas plutôt l'attribuer à une atmosphère hydrogénée (1).

Au lieu de considérer les corps planétaires qui nous occupent comme le résultat d'une réduction de roches silicatées, il nous paraît plus simple et plus concluant de recourir à l'idée d'une oxydation, analogue à celles que nous avons réalisées artificiellement.

Supposons, ainsi qu'on l'a fait pour notre globe, que le silicium et les métaux des météorites n'aient pas toujours été combinés à l'oxygène, comme ils le sont aujourd'hui pour la plus grande partie; et cela, peut-être, parce que la température initiale de ces corps était assez élevée pour les empêcher d'entrer en combinaison, ou parce que d'abord à distance ils ne s'étaient pas rapprochés.

Si, par suite d'un refroidissement ou par une autre cause, telle qu'un rapprochement de ces corps, l'oxygène vient à agir subitement sur eux, il attaquera d'abord ceux pour lesquels il a

(1) Si ces météorites se sont ainsi formées, il a dû se produire de l'eau à la surface des corps dont elles faisaient partie. Mais ces corps auraient bien pu ne pas conserver cette eau, en raison de leurs faibles dimensions.

En outre, la réduction, si elle a eu lieu, n'aurait été que partielle; car, en général, le fer n'est qu'en partie réduit, soit à l'état métallique, soit à l'état de sulfure ou de phosphore; une autre partie de ce même métal est ordinairement combinée, comme protoxyde, dans un silicate, et aussi à l'état de fer chromé (chromite de protoxyde de fer).

le plus d'affinité, et, s'il n'est pas assez abondant pour oxyder le tout, ou s'il n'agit pas pendant un temps suffisant, il laissera un résidu métallique composé des corps les moins oxydables.

En définitive, il se formera ainsi du silicate de magnésie plus ou moins riche en protoxyde de fer, ayant la composition du périclote, et, en outre, des grains métalliques formés de fer nickélique, de protosulfure et de phosphure de fer, c'est-à-dire identiquement ce que l'on observe dans les météorites.

Ces considérations s'appliquent exclusivement, comme on a pu le remarquer, aux météorites des cinq premiers types, qui tous peuvent être considérés comme des cas particuliers du type commun et qui, bien évidemment, sont des produits de voie sèche. Celles des sixième et septième types ne paraissent pas correspondre à des formations tout à fait analogues.

En effet, on constate facilement une analogie étroite entre les météorites alumineuses et certaines laves essentiellement formées de pyroxène et d'anorthite. Or, l'eau, en présence de laquelle se sont formées ces dernières, ne paraît pas avoir été étrangère à leur cristallisation. En tout cas, ces roches ne cristallisent pas dans les conditions de fusion sèche, comme le font si facilement les silicates magnésiens. La fusion les transforme en masses vitreuses et amorphes.

Enfin, les météorites charbonneuses diffèrent de toutes les autres, en ce que bien évidemment plusieurs des substances qui les constituent ont été formées à une température très-peu élevée. Au premier abord, on serait tenté de les considérer comme de la terre végétale planétaire, mais il n'est pas impossible que ces composés carburés aient été formés sans le concours de la vie, et représentent les derniers termes de certaines réactions.

III. *Conséquences relatives au mode de formation du globe terrestre.*

Analogies et différences entre les météorites et les roches terrestres. — Il existe entre les météorites et le globe terrestre des analogies frappantes de composition. Aucun des corps simples trouvés jusqu'à présent dans les météorites n'est étranger à notre globe. Il est en outre très-digne de remarque que les trois corps qui prédominent dans la série des météorites, le fer, le silicium et l'oxygène, sont aussi ceux qui prédominent dans notre globe.

Les roches terrestres qui ont de l'analogie avec les météorites sont des masses éruptives, de nature basique, qui sont arrivées des profondeurs inférieures au granite. Nous devons rappeler :

1^o Pour son rapprochement avec le type alumineux ou de Juvinas (le sixième des sept types principaux de météorites qui ont été établis plus haut), la lave formée d'anorthite et de pyroxène, telle qu'on l'a trouvée à la Thjorsa en Islande (1) ;

2^o Le péridot et la lherzolithe, qui offrent de grandes ressemblances avec la partie silicatée des météorites magnésiennes et particulièrement avec celles du type commun. On sait d'après l'examen qu'en a fait M. Damour (2), que la lherzolithe est composée de péridot, auquel se joignent l'enstatite, le pyroxène, et quelquefois le spinelle (picotite).

On peut aussi comparer les météorites magnésiennes à l'hypersthène, parsemée de grains de péridot, que l'on a rapportée du Labrador.

A côté de ces ressemblances, il existe des différences qui ne méritent pas moins de fixer l'attention.

Ces différences portent essentiellement sur l'état d'oxydation du fer. Les météorites, comme les roches terrestres, renferment du protoxyde de fer combiné à la silice (silicate) et à l'oxyde de chrome (fer chromé). Par contre, le fer oxydulé, si fréquent dans nos roches silicatées basiques, manque, en général, dans les météorites. Il s'y trouve, en quelque sorte, remplacé par le fer natif qui, de son côté, manque dans nos roches (3).

Il est une seconde différence du même caractère que la précédente : le phosphore de fer et de nickel, reconnu d'abord par Berzelius, se rencontre presque toujours associé au fer météorique. De même que le fer natif, il fait complètement défaut dans nos

(1) Analysée par M. Damour. *Bull. Soc. géol. de France.*, 2^e sér., t. VII, p. 83.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XIX, p. 443. A cette occasion, il est de toute justice de rendre hommage à la finesse d'observation de M. Lelièvre, qui, dès 1787, en signalant la découverte de cette roche remarquable, l'avait déjà reconnue comme une variété de chrysolite ou péridot (*Journ. de physique*, mai 1787, lettre à De la Métherie).

Vingt-cinq ans plus tard, M. de Charpentier crut démontrer que cette même roche n'est autre qu'un pyroxène en roche ; et l'on s'empressa d'adopter unanimement cette conclusion. Les variations que présente la lherzolite expliquent la conclusion trop absolue d'un minéralogiste aussi exercé.

(3) Il est vrai qu'on l'a trouvé dans les météorites charbonneuses, telles que celle d'Orgueil ; mais ces dernières rentrent dans une catégorie rare et toute spéciale.

roches, où il est remplacé par les phosphates, particulièrement fréquents dans les roches silicatées basiques (1).

Sans insister davantage sur quelques autres contrastes de même nature, nous reconnaissons que la différence essentielle entre les météorites et les roches terrestres analogues consiste en ce que les premières renferment, à l'état réduit, certaines substances que les secondes renferment à l'état oxydé. Tout porte à croire que les masses entre lesquelles il existe une telle similitude de composition auraient été identiques, malgré leur immense éloignement, si elles n'avaient subi des actions différentes.

Importance des roches magnésiennes du type périclote, tant dans le globe terrestre que dans notre système planétaire. — Parmi les silicates basiques, il en est un qui se présente avec une constance remarquable dans presque toutes les variétés de météorites, depuis les fers jusqu'aux pierres proprement dites, c'est le périclote. Il est rarement seul (Chassigny); ordinairement il est mélangé de silicates plus acides, souvent en parties indiscernables (2).

D'un autre côté, le périclote existe nécessairement dans les profondeurs de notre globe. En effet, les basaltes des régions les plus distantes en ont apporté des fragments, restés souvent anguleux, et que l'on dirait arrachés à une masse profonde et préexistante. Il y a d'autres roches pyroxéniques où le périclote abonde, comme, par exemple, dans les dolérites des environs de Montarville et de Montréal au Canada, où il forme parfois près de la moitié du poids total, d'après M. Sterry Hunt (3). Le périclote fait même partie constituante d'autres roches, comme la lherzolithe qui a fait éruption sur divers points (4), et comme la roche dont M. Hochstetter a reconnu récemment des massifs considérables dans la Nouvelle-Zélande et qu'il a nommée *dunite*. Il importe de

(1) La pierre de Juvinas, dans laquelle M. Rammelsberg a annoncé le fer à l'état de phosphate, ne fait que confirmer cette règle; car elle ne renferme pas de fer métallique; il ne pouvait donc se former de phosphore de ce métal.

(2) Sur plus de cent cinquante chutes représentées dans les collections, on n'en possède encore que quatre qui appartiennent au type alumineux, comme Juvinas, Jonzac, Stannern et Pétersbourg (États-Unis). Les autres sont des météorites magnésiennes qui, presque toutes, renferment du périclote.

(3) *Geology of Canada*, p. 464 et 706.

(4) Un nouveau gisement de lherzolithe vient d'être reconnu dans le Nassau, à Tringenstein par M. F. Sandberger, *Leonhard's Jahrbuch*, 1865, p. 449.

remarquer que ces lherzolites, notamment celle des Pyrénées, sont identiques avec les lherzolites dont les basaltes empâtent des fragments, comme si les unes et les autres dériveraient des mêmes massifs. Enfin, le lien de famille que nous allons reconnaître entre certaines serpentines et les roches de péricot fait encore mieux ressortir toute l'importance du type péricotique et de ses dérivés.

On est donc amené à reconnaître que le rôle de ces roches de péricot, si restreint à la surface de la terre, est sans doute prédominant à une certaine profondeur. Son importance s'étendrait aussi bien à notre globe qu'au reste de notre système planétaire, autant, du moins, que l'on peut juger de ce dernier par les échantillons qui nous en arrivent; les roches à base de péricot méritent donc de prendre dorénavant un rang particulier et considérable dans la classification générale de lithologie où, en leur annexant la serpentine, on pourrait les comprendre sous le nom de *famille péricotique* ou de *roches cosmiques*.

Dans ces gisements si différents, terrestres et extra-terrestres, le péricot se présente avec des caractères de composition communs et des associations souvent semblables. Aux rapprochements qui ont déjà été faits, j'ajouterai que la météorite de Chassigny est semblable à la dunite de la Nouvelle-Zélande, qui est également formée de péricot et de chromite.

Parmi les caractères qui distinguent nettement ces roches péricotiques de toutes les autres roches silicatées, j'appellerai l'attention sur les suivants :

1° Le péricot nous représente le type silicaté le plus basique que l'on connaisse, soit dans les météorites, soit dans les roches éruptives. A ce seul titre, il a droit d'être placé avant le type pyroxénique normal qu'a établi M. Bunsen (1), et avant tous ceux qu'a distingués M. Durocher (2). Dans cette série, dont il constitue le premier terme et qui se termine au granite, il forme l'espèce à la fois la plus simple de composition et la mieux définie.

2° Au point de vue du mode de cristallisation, le péricot, ainsi que le bisilicate de magnésic ou enstatite, qui est son compagnon fréquent, se distingue des silicates alumineux, particulièrement de ceux du groupe du feldspath, par la facilité avec laquelle ils se forment et cristallisent par la voie sèche, à la suite d'une *simple fusion*. Au contraire, on n'a jamais pu faire cristalliser artificielle-

(1) *Poggendorff's Annalen*, t. LXXXIII, p. 497, 4854.

(2) *Essais de pétrologie comparée* (*Ann. des mines*, 5^e sér., t. II, p. 247, 4857).

ment, dans les mêmes conditions, rien qui ressemblât, même de loin, au granite.

3° Les roches de péridot sont très-remarquables aussi par leur forte densité, qui est supérieure, comme le montre le tableau suivant, à celles de toutes les autres roches éruptives et même à celles des basaltes :

Granite.	2,64	à	2,76
Trachyte.	2,62	à	2,88
Porphyrite	2,76		
Diabase.	2,66	à	2,88
Basalte.	2,9	à	3,4
Enstatite.	3,303		
Lherzolithe.	3,25	à	3,33
Péridot.	3,33	à	3,35

Ces diverses roches ont dû dans l'origine se superposer les unes aux autres, dans un ordre conforme à leur accroissement de densité. La forte densité des roches de péridot justifie la position normale qu'elles paraissent avoir dans l'écorce terrestre, au-dessous du revêtement granitique, au-dessous même des roches basiques alumineuses.

Faisons enfin remarquer qu'il n'y a pas à s'étonner si les roches de péridot ne nous sont pas arrivées plus fréquemment et plus abondamment de la profondeur jusqu'à la surface. Les expériences qui précèdent nous montrent en effet avec quelle avidité le péridot s'empare d'une plus forte proportion de silice, puisqu'il la soustrait même aux parois du creuset, et se convertit en un bisilicate, tel que l'enstatite ou le pyroxène. De là, ces passages de la lherzolithe à des roches pyroxéniques ou amphiboliques; de là encore les roches hybrides, que le péridot a dû engendrer nécessairement si, étant à l'état de fusion, il a cherché à se frayer une voie à travers d'autres roches plus acides, et a dû rester longtemps en contact avec elles. Peut-être est-ce à des réactions de ce genre qu'il faut attribuer ces passages graduels de la lherzolithe à des roches pyroxéniques ou amphiboliques, tels que les Pyrénées en présentent sur divers points (1).

Transformation de la serpentine en lherzolithe ou en péridot, conséquences théoriques. — Il est une autre roche magnésienne qu'il convient de rapprocher du péridot et la lherzolithe, malgré certaines différences qui semblent l'éloigner de ces dernières.

(1) De Charpentier, *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées.*

La serpentine se présente parmi les roches éruptives avec des caractères exceptionnels, comme étant à la fois hydratée, infusible et sans cristallisation distincte. Les géologues admettent généralement que la serpentine résulte de la transformation d'une autre roche, et qu'elle dérive du péridot, au moins dans certains cas où elle a conservé la forme caractéristique des cristaux de cette substance.

En attendant qu'il soit possible, en partant du péridot, d'arriver à la serpentine, j'ai cherché à suivre l'ordre inverse, c'est-à-dire à transformer la serpentine en péridot.

Le rapport de composition des deux minéraux traçait la marche à suivre; la serpentine ne diffère du péridot qu'en ce qu'elle contient de l'eau, et renferme plus de silice ou moins de magnésie. Il fallait donc fondre la serpentine avec addition de magnésie, de manière à arriver à la constitution du péridot.

En traitant de la sorte les serpentines de Snarum, en Norvège, de Monte-Ferrato, en Toscane, de Sainte-Sabine, dans les Vosges, et de Gaito, dans l'Isère, on a obtenu, après fusion, des masses confusément cristallines, et offrant, dans beaucoup de leurs parties, tous les caractères du péridot. Des aiguilles d'enstatite y sont fréquemment disséminées ou en recouvrent la surface. La présence de ce bisilicate s'explique, parce que les échantillons sur lesquels on a opéré pouvaient renfermer un peu plus de silice que le type de la formule (Mg^3Si^4) dont on était parti.

Ces résultats m'ont conduit à examiner le produit de la fusion pure et simple des serpentines. L'expérience faite dans des creusets de terre sur des échantillons de provenances différentes, Snarum, Zœblitz en Saxe, Favero en Piémont, a donné aussi des mélanges de péridot et d'enstatite, mais dans lesquels le premier minéral se montre en moindre proportion que dans les fusions faites en présence de la magnésie. La serpentine de Baldissero, en Piémont, connue par les veines de magnésite et de quartz résinite qu'elle a secrétées, a présenté le résultat le mieux caractérisé; des aiguilles d'enstatite groupées avec une régularité remarquable, parallèlement entre elles et par faisceaux, se détachent au milieu du péridot cristallin (1); c'est identiquement le même produit que donne la lherzolithe.

On doit toutefois remarquer qu'alors même que la serpentine

(1) La pseudophite du mont Zdiar, en Moravie, qui renferme l'enstatite et qui diffère de la serpentine, comme on le sait, par la présence de l'alumine, n'a pas donné de cristaux bien nets.

est fondue sans aucune addition dans un creuset, elle ne peut manquer d'emprunter aux parois de celui-ci une partie de ses éléments et particulièrement de la silice.

Dans ces fusions, comme dans celles des météorites, la tendance que le périclase et l'enstatite ont à cristalliser les fait apparaître en cristaux bien distincts; mais le produit obtenu renferme en outre d'autres silicates, alumineux ou autres, qui restent mélangés intimement et comme dissous dans l'intérieur des premiers.

Ces divers résultats, les derniers surtout, montrent que la serpentine a souvent une tendance décidée à se changer en périclase, comme si elle ne faisait que rentrer alors dans son état normal. C'est une raison de plus pour considérer la serpentine, au moins dans un certain nombre de ses gisements, comme un périclase ou une lherzolite qui a perdu une certaine quantité de sa magnésie, et s'est hydratée par une opération qui rappelle celle de la conversion du feldspath en kaolin.

L'observation directe des roches confirme cette conclusion. S'il existe des lherzolites qui dégénèrent graduellement en serpentine, comme cela a lieu dans certaines localités des Pyrénées (1), dans le Nassau et ailleurs (2) il y a, d'un autre côté, des serpentines qui manifestent aussi clairement leur relation avec les roches de périclase. On ne peut en voir un exemple plus démonstratif que dans la serpentine de Baldissero dont je viens de parler. Une des variétés de cette serpentine, appartenant à la collection du Musée et recueillie par M. Cordier, rappelle tout à fait dans ses caractères extérieurs la lherzolite des Pyrénées. J'ai en outre reconnu que, comme cette dernière, elle est parsemée de cristaux d'enstatite, variété bronzite (3), de pyroxène diopside vert-émeraude et chromifère, ainsi que de spinelle noir chromifère, parfois en octaèdres réguliers (variété dite picotite). Ces trois espèces minérales présentent dans l'une et l'autre roche exactement le même faciès. Cependant, malgré ces analogies, la serpentine de Baldis-

(1) De Charpentier, *Essais sur la constitution géognostique des Pyrénées*, p. 256.

(2) Dans le nouveau gisement de lherzolite que M. F. Sandberger a découvert dans le Nassau, ce géologue distingué signale toutes sortes de passages de cette roche périclasique à la serpentine, *Leonhard's Jahrbuch*, 1865, p. 449.

(3) M. Des Cloizeaux, qui a bien voulu faire l'examen optique de cette enstatite, lui a reconnu : deux axes très-écartés dans un plan parallèle au clivage facile et bronzé; bissectrice négative normale au clivage difficile; $2H$ (rouge) = $124^{\circ}46'$.

sero se distingue de la lherzolithe par sa très-faible dureté et sa teneur en eau; elle constitue comme l'un des états de transition de la première roche à la seconde. Les minéraux qui ont résisté à l'hydratation restent comme les témoins de l'état primitif, de telle sorte que la relation du kaolin au feldspath n'est pas mieux démontrée que la transformation qui nous occupe.

Rien ne prouve d'ailleurs que l'hydratation qui s'est produite dans la transformation des roches de péridot en serpentine ait été opérée par les agents de la surface du globe. La serpentine éruptive des Apennins, des Alpes et de tant d'autres contrées, a pu être poussée des profondeurs après y avoir déjà acquis l'eau qu'elle renferme aujourd'hui. La manière dont le verre se décompose dans l'eau suréchauffée et se change en un silicate hydraté, comme je l'ai reconnu dans des expériences antérieures (1), ne paraît pas être sans analogie avec la réaction qui a produit la serpentine aux dépens de silicates anhydres préexistants.

Je ne prétends pas toutefois que toutes les masses serpentineuses résultent de la transformation des roches péridotiques; il en est en effet que l'on a considérées comme dérivant de roches pyroxéniques et autres. Il convient d'observer à cette occasion que l'expérience par laquelle j'ai montré plus haut avec quelle facilité le péridot se transforme en silicates moins basiques, explique généralement bien de nombreuses transitions de la serpentine à d'autres roches, d'abord à l'euphotide qui lui est si ordinairement associée, puis à des diorites et à des roches pyroxéniques, prasophyres, etc., qui l'accompagnent en Toscane (2), dans diverses régions des Alpes et dans bien d'autres contrées.

Les analogies qui rapprochent la serpentine des roches de péridot portaient à examiner aussi cette roche au point de vue de la synthèse des météorites.

Si l'on fond la serpentine dans une brasque de charbon, les grains de fer ou de fonte qui s'en séparent renferment souvent du nickel en proportion notable, comme lorsqu'on opère sur du péridot. Par exemple, le fer extrait de la serpentine de Sainte-Sabine dans les Vosges renferme 0,67 pour 100 de nickel. Celui d'une serpentine du mont Genève en a donné aussi, mais en

(1) *Expériences synthétiques sur le métamorphisme* (*Ann. des mines*, 5^e sér., t. XVI, p. 435). *De la formation des zéolithes* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XVI, p. 588).

(2) Paul Savi, *Delle Rocce ofiolitiche della Toscana*, 1838, p. 44.

quantités trop faibles pour que le dosage en ait été effectué (1).

A ces traits de ressemblance de composition entre les serpentines et les météorites s'ajoute la présence du chrome. D'une part, le chrome se trouve dans la plupart des serpentines, non-seulement à l'état de combinaison verte (2), mais aussi à l'état de fer chromé, comme on l'observe dans les contrées les plus diverses (3). D'autre part, l'observation importante que Laugier a faite dès 1806 (4), savoir, que le chrome manque rarement dans les météorites, n'a fait que se confirmer. Il est, en effet, très-peu de météorites pierreuses qui ne soient mélangées, au moins en petite proportion, de chromite de fer ou fer chromé.

Ainsi, à part sa teneur en eau, la serpentine peut être rapprochée des météorites du type commun, presque au même titre que le péridot et la lherzolithe.

Il convient de remarquer encore que les météorites charbonneuses (cap de Bonne-Espérance, Kaba et Orgueil) paraissent renfermer un silicate magnésien hydraté que M. Woehler a rapproché de la serpentine.

J'ajouterai une observation sur la formation du spinelle qui est quelquefois disséminé dans le péridot, comme on l'observe dans quelques localités de la Haute-Loire, dans la lherzolithe des Pyrénées et dans la lherzolithe serpentineuse de Baldissero. Le péridot étant le silicate magnésien le plus basique que nous présente les roches, la présence de ce spinelle paraît pouvoir s'expliquer simplement. Comme de l'alumine se trouvait disséminée dans un silicate très-basique, auquel elle ne pouvait plus disputer la silice, elle a dû s'allier aux bases, magnésie et protoxyde de fer.

J'ai confirmé cette supposition par une expérience synthétique. Si l'on fond du péridot naturel, à une température très-

(1) Il convient de rappeler à cette occasion que le nickel indiqué d'abord par Stromeyer dans certaines serpentines, en même temps que dans le péridot, a été retrouvé depuis lors dans des serpentines de régions très-éloignées, en Saxe, en Silésie, en Norvège, dans l'Amérique du Nord, le Texas, la Pennsylvanie; ce métal ne manque guère dans les serpentines du Canada, d'après les analyses de M. Sterry Hunt (*Geology of Canada*, p. 471).

(2) Signalé depuis longtemps par Valentin Rose et Klaproth.

(3) Le département du Var, la Saxe, le duché de Bade, le Rhin, les Alpes autrichiennes, la Moravie, l'Écosse, la Norvège, la Grèce, l'Oural, de nombreux gisements des États-Unis, du Canada, etc.

(4) *Annales du Muséum*, t. VII, p. 392, 1806.

élevée, avec de l'alumine (10 pour 100), on remarque, après la fusion, dans la masse péridotique cristalline, de petits grains noirs, infusibles, inattaquables par les acides, renfermant à la fois de l'alumine, de la magnésie et du protoxyde de fer; quelques-uns montrent la forme de l'octaèdre régulier. Ces cristaux, qui ont tous les caractères du spinelle pléonaste, rendent donc parfaitement compte de la formation de ce minéral dans les péridots et dans les Iherzolites.

Application de ce qui précède au mode de formation de notre globe; origine du péridot comme scorie universelle. — L'idée à laquelle je viens d'être conduit pour expliquer l'origine des corps planétaires dont proviennent les météorites, éclaire aussi le mode de formation de cette masse silicatée épaisse qui constitue la partie externe du globe terrestre.

Déjà, au commencement du siècle, Davy, après avoir fait connaître les résultats de son admirable découverte de la composition des alcalis et des terres, supposait que les métaux engagés dans ces oxydes pouvaient exister à l'état libre dans l'intérieur du globe, et il voyait dans leur oxydation par l'accès de l'eau et de l'air la cause de la chaleur et des éruptions des volcans.

Plus tard, on a agrandi cette hypothèse en l'étendant à l'origine de l'écorce terrestre elle-même, qui renferme précisément à l'état de silicates les oxydes des métaux les plus avides d'oxygène, potassium, sodium, calcium, magnésium, aluminium, et en considérant l'eau des mers elle-même comme le résultat de la combustion de l'hydrogène dans cette oxydation générale. Sir Henry de la Bèche, dont l'esprit savait embrasser toutes les grandes questions de la Géologie, exposa l'un des premiers cette idée (1), qu'avaient bien préparée les importantes observations de Haussmann, de Mitscherlich et de Berthier, sur les scories d'usines (2), et que M. Élie de Beaumont a résumée par l'expression de *coupellation naturelle* (3).

(1) *Researches in theoretical Geology*, 1834, dont la traduction française, par M. de Collegno, a été publiée en 1838.

(2) Parmi les nombreuses observations de Haussmann qui remontent à 1816, je dois signaler son travail intitulé : *De usu experientiarum metallurgicarum ad disquisitiones geologicas adjuvandas* (Gœttingen Gelehrte Anzeigen, 1837). Il est juste aussi de rappeler que dès 1823 Mitscherlich reconnut les formes du péridot et du pyroxène dans les cristaux des scories (*Abhandlungen der k. Academie der Wissenschaften zu Berlin*, 1823, p. 25).

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. IV, p. 1326, 1847.

On reconnaît, sans de plus longues explications, comment cette vue théorique se trouve confirmée et précisée par les résultats que j'ai obtenus dans la synthèse des météorites.

D'après ce qui vient d'être exposé, il devient naturel d'admettre que les roches de péridot, dont nous avons reconnu l'importance dans la constitution des régions profondes de notre globe, ont la même origine que les silicates semblables qui font partie des météorites. Ces roches péridotiques seraient aussi, dans notre planète, le produit le plus direct d'une scorification qui se serait opérée à une époque extrêmement reculée.

Il est essentiel de bien s'entendre sur le mot de scorification. On sait que lorsqu'on tient en fusion, au contact de l'air, un bain de fonte impure, le fer s'oxyde, ainsi que certains corps qui lui sont associés, dont le silicium est le plus important. Cette oxydation donne naissance à un silicate ferrugineux qui occupe la partie supérieure du bain métallique. C'est une véritable scorie liquide; par le refroidissement, elle pourra devenir pâteuse, puis solide, et alors présenter une structure compacte, lithoïde, cristalline, toute différente, en un mot, des matières spongieuses et boursoufflées auxquelles on a donné le nom de scories volcaniques. C'est là le sens métallurgique que nous étendons à la *scorification du globe*.

Quant aux roches feldspathiques, beaucoup de géologues admettent qu'elles n'ont pas été produites simplement par voie sèche, comme nous venons de montrer que cela a probablement eu lieu pour les couches péridotiques profondes, mais qu'elles ont été formées avec l'intervention d'agents particuliers, entre autres de l'eau. Quoi qu'il en soit, on pourrait y voir, notamment dans les trachytes, l'autre terme extrême de la série des masses silicatées dans la scorification générale. L'opposition entre ces deux types les plus distincts et les mieux caractérisés porte non-seulement sur la composition minéralogique et les circonstances de la cristallisation, mais aussi sur la densité de ces masses et leur situation à des profondeurs nécessairement très-différentes.

Faisons remarquer encore que cette scorification primitive, s'étendant sur une épaisseur aussi considérable, peut, même encore à l'époque actuelle, présenter, suivant la profondeur, des masses sous les trois états dont nous venons de parler, solide, pâteux ou liquide.

Si le fer métallique, tout à fait habituel dans les météorites, manque dans les roches terrestres, cette différence peut simplement résulter de ce que dans notre globe, où l'oxygène de l'atmosphère

est en excès, l'oxydation aurait été *complète* et n'aurait pas laissé de résidu métallique.

Toutefois, quand nous disons que les masses terrestres ne renferment pas de fer natif, il est bien évident qu'il ne s'agit que de celles que les éruptions rendent accessibles à nos investigations, masses qui, à raison de la grande dimension de notre planète, n'en forment qu'une sorte de revêtement. Rien ne prouve qu'au-dessous de ces masses alumineuses qui ont fourni en Islande, par exemple, des laves si analogues au type des météorites de Juvinas, qu'au-dessous de nos roches péridotiques, dont se rapproche tellement la météorite de Chassigny, il ne se trouve pas des massifs Iherzolithiques dans lesquels commence à apparaître le fer natif, c'est-à-dire semblables aux météorites du type commun, puis, en continuant plus bas, des types de plus en plus riches en fer, dont les météorites nous présentent une série, de densité croissante, depuis ceux où la quantité de fer représente à peu près la moitié du poids de la roche, jusqu'au fer massif.

Le gisement du platine que sa forte densité avait probablement placé à l'origine dans les régions profondes, avant que les actions éruptives le ramenassent vers la surface, confirmerait cette idée. En effet, d'après M. de Engelhardt, le fer natif aurait été trouvé accompagnant le platine. En tout cas, ce dernier métal est allié au fer dans une proportion qui dépasse 40 pour 100 et qui suffit pour le rendre fortement magnétique. Ajoutons que si, dans l'Oural, le platine n'a jamais été trouvé en place, il est souvent incrusté de fer chromé et qu'il a même été rencontré encore engagé dans des fragments de serpentine (1). Par cette association, ce métal paraît donc nous apporter une nouvelle preuve de l'existence des roches magnésiennes de la famille péridotique à des profondeurs considérables.

Absence dans les météorites des roches stratifiées et du granite.

— Les météorites, si analogues à certaines de nos roches, diffèrent considérablement de la plupart de celles qui forment l'écorce terrestre.

La différence la plus importante consiste en ce qu'on n'a trouvé, dans les météorites, rien qui ressemble aux matériaux constitutifs des terrains stratifiés : ni roches arénacées, ni roches fossilifères, c'est-à-dire rien qui rappelle l'action d'un océan sur ces corps, non plus que la présence de la vie.

Une grande différence se révèle, même quand on compare les

(1) G. Rose, *Reise nach Ural*, t. II, p. 390.

météorites aux roches terrestres non stratifiées. Jamais il ne s'est rencontré dans les météorites ni granite, ni gneiss, ni aucune des roches de la même famille, qui forment avec ceux-ci l'assise générale sur laquelle reposent les terrains stratifiés. On n'y voit même aucun des minéraux constituants des roches granitiques, ni orthose, ni mica, ni quartz (1), non plus que la tourmaline et les autres silicates qui sont l'apanage de ces roches.

Ainsi les roches silicatées qui forment l'enveloppe de notre globe font défaut parmi les météorites. C'est seulement dans les régions profondes qu'il faut aller chercher les analogues de ces dernières, c'est-à-dire dans ces roches silicatées basiques qui ne nous parviennent qu'à la suite d'éruptions qui les ont fait sortir de leur gisement initial.

Ce contraste fait ressortir combien est juste et profonde la division des roches silicatées en acides et en basiques, que M. Élie de Beaumont a établie dans son mémorable travail sur les émanations volcaniques et métallifères (2).

Par le chemin que nous venons de suivre on arrive à reconnaître que ces deux groupes de roches sont d'ordres différents. Toutefois, les éruptions des diverses époques ont souvent amené à la surface de notre globe des masses de nature intermédiaire que l'on peut considérer comme des mélanges des deux types normaux.

En tout cas, l'absence, dans les météorites, de toute la série des roches qui forment une épaisseur si importante du globe terrestre, quelle qu'en soit la cause, est une chose tout à fait remarquable. Cette absence peut s'expliquer de diverses manières, soit que les éclats météoriques qui nous arrivent ne proviennent que des parties intérieures de corps planétaires qui auraient pu être constitués comme notre globe, soit que ces corps planétaires eux-mêmes manquent de roches silicatées quartzifères ou acides, aussi bien que de terrains stratifiés. Dans ce dernier cas, qui est le plus probable, ils auraient donc suivi des évolutions moins complètes que la planète que nous habitons, et c'est à la coopération de l'Océan que la terre aurait dû dans l'origine ses roches granitiques, comme elle lui a dû plus tard ses terrains stratifiés.

(1) M. Gustave Rose a, il est vrai, signalé du quartz dans le fer météorique de Toluca. Cet exemple singulier, et jusqu'à présent unique, n'empêche pas de dire que le quartz n'a encore été rencontré dans aucune des météorites pierreuses.

(2) *Bull. Soc. géol. de France.*, t. IV, p. 4249, 1847.

Résumé. En résumé, le privilège d'ubiquité du péri-dot, tant dans nos roches profondes que dans les météorites, s'explique, comme le font voir les expériences qui précèdent, parce qu'il est en quelque sorte la *scorie universelle*.

On pourrait conclure de ce qui précède que l'oxygène, si essentiel à la nature organique, aurait aussi joué un rôle important dans la formation des corps planétaires. Ajoutons que sans lui on ne conçoit point d'Océan, point de ces grandes fonctions superficielles et profondes dont l'eau est la cause.

Nous arrivons ainsi à toucher aux fondements de l'histoire du globe et à resserrer les liens de parenté décelés déjà, par la similitude de leur composition, entre les parties de notre système planétaire dont il nous est donné de connaître la nature.

Séance du 19 mars 1866.

PRÉSIDENTENCE DE M. ED. LARTET.

M. Alf. Caillaux, 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. FAIRMAN (E. Saint-John), via della Vigna Nuova, 26, à Florence (Italie); présenté par MM. Alf. Caillaux et Dangles.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. H. Abich, *Beiträge zur geologischen Kenntniss der Thermalquellen in den kaukasischen Ländern*, 1^{re} partie, in-4, 60 p., 1 pl.; Tiflis, 1865.

De la part de M. le professeur G. Capellini, *La storia naturale dei dintorni del golfo della Spezia*, in-8, 22 p.; Milan, 1865; chez G. Bernardoni.

De la part de M. E. Desor, *Les palafittes ou constructions lacustres du lac de Neuchâtel (Suisse)*, in-8, 136 p., 95 bois dans le texte; Paris, 1865; chez Reinwald.

De la part de M. J. Dorlhac et Saminn, *Du chaulage des Soc. géol.*, 2^e série, tome XXIII.

terres et de la fabrication de la chaux dans le département de la Mayenne (extr. du *Bull. de la Soc. de l'industrie minérale de Saint-Étienne*), in-8, p. 511-584, 1 pl.; Saint-Étienne, 1866; chez veuve Théolier et C^{ie}.

De la part de M. A. Erdmann, *Carte géologique de la Suède*, feuilles 15 à 18 et 5 cahiers de texte; in-8; Stockholm, 1865; chez P. A. Nordstedt et Söner.

De la part de M. D. Honeyman :

1° *On the geology of Arisaig (Nova Scotia)* (extr. du *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, nov. 1864), p. 333-345.

2° *Report of the chief commissioner of mines for the province of Nova Scotia, for the year 1865*; in-8, 32 p., Halifax, N. S.; chez A. Grant.

De la part de M. le comte Jaubert, *Société botanique de France*. — *Discours prononcé à la séance du 26 janvier 1866 et compte rendu du Selecta fungorum carpologia* de MM. L. R. et Ch. Tulasne, in-8, 49 p.; Paris, 1866; imprimerie E. Martinet.

De la part de M. J. B. Rames, *Étude sur les volcans*, in-18, 170 p.; 1866; Paris, chez F. Savy; Aurillac, chez Ferary frères.

De la part de M. C. W. Gümbel, *Ueber das Vorkommen unterer Triasschichten in Hochasien*, in-8, 20 p., 1 pl.; Munich, 1866; chez F. Straub.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, 1866; 1^{er} sem., t. LXII, n^{os} 11 et 12; in-4.

Bulletin de la Société de géographie, janv. 1866; in-8.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture, nov. et déc. 1865; in-8.

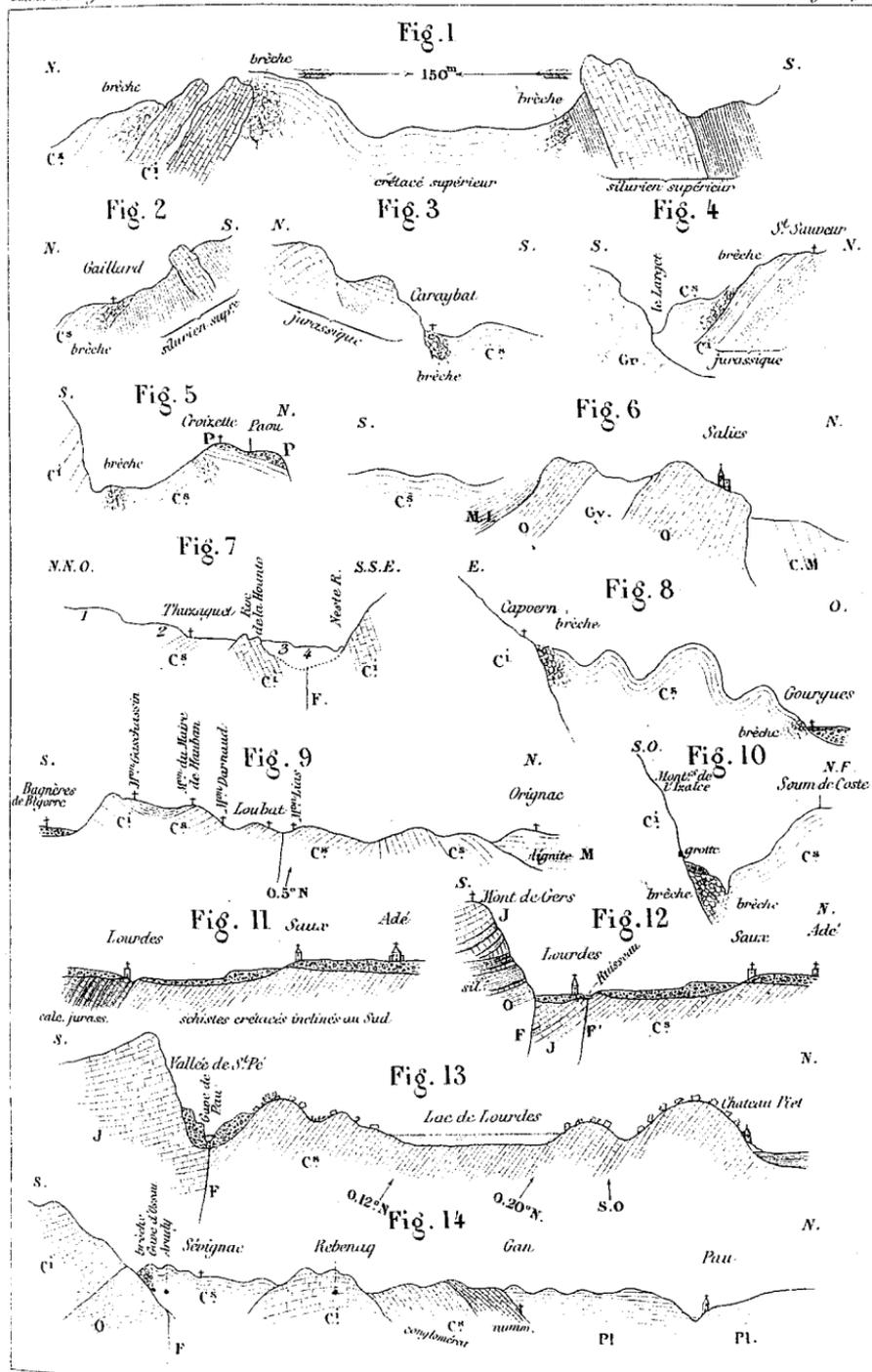
L'Institut, n^o 1679; 1866.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, janv. 1866; in-8.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 154^e vol., part. III; 125^e vol., part. I; Londres, 1865; in-4.

Proceedings of the Royal Society, n^{os} 70 à 77; in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, déc. 1865; in-8.



60 m. de l'ouest.

Fig. Beauvais. Paris.

Revista minera, 1^{er} et 15 mars 1866 ; in-8.

M. Vogt présente l'ouvrage de M. Desor sur les palafittes suisses (voy. la *Liste des dons*).

M. d'Archiac donne communication du mémoire suivant de M. Garrigou :

Étude de l'étage turonien, du terrain crétacé supérieur, le long du versant nord de la chaîne des Pyrénées; par M. le docteur F. Garrigou, de Tarascon (Ariège) (Pl. IX).

Dans mon mémoire sur la géologie du bassin de l'Ariège, analysé à la Société géologique par M. le professeur d'Archiac (1), j'ai touché la question des terrains crétacés (2), et je montrais, contrairement à l'opinion de M. Leymerie, que les terrains céno-manien et turonien me semblaient stratigraphiquement et paléontologiquement séparés l'un de l'autre. Je disais, de plus, qu'un travail spécial devait bientôt éclairer l'étude de ces terrains.

C'est ce travail spécial que je présente aujourd'hui à la Société.

Si, du sommet des crêtes qui forment vers l'est le prolongement du Pech de Foix, on regarde au sud, on voit se dresser les flancs nord du Saint-Barthélemy, formant avec la montagne sur laquelle se trouve l'observateur les bords élevés d'une grande vallée au fond de laquelle s'arrondissent et se dessinent quelques coteaux dont la rivière de Celles baigne le pied, et au milieu desquels sont bâtis les villages de Saint-Paul, Saint-Paulet, Celles, Saint-Cyrac, Leycherc, Soula, Caraybat, etc. Notre étude va commencer dans ce bassin, dont l'axe marche à peu près E. O.

Dans le tome XXII du *Bulletin*, pl. V, fig. 5, j'ai donné une coupe nord-sud, passant par le village de Saint-Paul, le pic de Mont-Gaillard et le Pech de Foix. Le granite que l'on voit au sud supporte un terrain marqué jurassique par M. Leymerie et que des Orthocères indéterminés, la *Cardiola interrupta*, etc., m'ont fait classer dans le silurien supérieur. Le fond de la vallée est occupé par une série d'alternances gréseuses et schisteuses que M. Leymerie suppose devoir appartenir au terrain jurassique. Voyons quelle est la place de ces couches dans la série des terrains.

Si l'on se contente de parcourir rapidement le fond de la vallée

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXII, p. 476 et suiv.

(2) *Ibid.*, page 507.

et les chemins qui montent vers la haute montagne, on reste convaincu que ce terrain à alternances de grès et d'argiles passe sous le silurien (jurassique de M. Leymerie). Pour lever la difficulté il faut étudier d'abord la composition intime de cet ensemble de couches, puis les détails stratigraphiques qui l'accompagnent.

Tout d'abord parcourons les vallées de Celles et du Sourd.

Dans la partie du village de Celles qui est bâtie le long de la route de Foix à Perpignan en allant vers l'est, on suit, l'espace de quelques kilomètres jusqu'à l'entrée de la plaine de Leycherc, une série de couches de grès argilo-quartzeux et calcaires, quelquefois de psammites d'une couleur gris jaune à l'extérieur, bleue à l'intérieur, formant des assises dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à 2 ou 3 mètres. Ces grès sont exploités comme dalles, comme pierre à bâtir, et l'on en fait aussi des meules de couteliers. Ils alternent avec des couches d'une argile bleue, fine, employée dans la localité pour faire de la poterie grossière. La direction de la stratification est en ce point de O. 5° N. et O. 20° N.; plus loin elle devient E. 15° à 20° N. Le plongement est toujours au sud.

Joignons maintenant le chemin de la chapelle de Celles en passant devant la forge et l'antique manoir (1). En suivant le chemin, on arrive à la métairie des Icards, où j'ai trouvé, dans le prolongement des grès du village de Celles, des Hippurites fragmentés. En montant vers la chapelle on laisse au pied de la montagne les épaisses assises de grès; les alternances argilo-schisteuses prennent d'autant plus de développement que les bancs et les dalles gréseuses diminuent d'épaisseur. Enfin les schistes argileux finissent par diminuer; dans leur masse apparaissent de rares dalles de grès calcaires. Le tout plonge au nord en cet endroit. La direction de la stratification est sur bien des points dirigée E. 25° à 26° N.

Quelques centaines de mètres au sud de la chapelle, et à peu près à son niveau, au-dessus du village du Sourd, dans le lieu dit Belmont, apparaissent de nouveau les bancs de grès dont les éléments prennent un développement très-considérable pour passer insensiblement à une sorte de conglomérat ou brèche à composition tout à fait hétérogène. On y voit, en effet, des débris de

(1) Je ne saurais parler du vieux château de Celles, sans témoigner à ses habitants, M. et M^{lle} Bruneau, ma reconnaissance pour l'amicale hospitalité que j'y ai reçue et pour les précieux renseignements qu'ils m'ont fournis.

schistes argileux noirs et roses, non roulés, des fragments d'un minerai de fer, exactement pareil à celui des mines du Sourd voisines de ce point, des parties quartzeuses roulées et non roulées, ces dernières plus petites que les autres, des fragments de calcaire gris-blanc et même des fragments de grès. Cette brèche vient se redresser ainsi que les grès contre un calcaire gris-blanc plongeant nord ; ils recouvrent ce calcaire et reparaissent plusieurs fois tous les deux, l'apparition de la brèche s'annonçant toujours par l'augmentation de volume des éléments du grès. Brèche et grès viennent finir brusquement au pied d'une masse calcaire formant le prolongement de celle que l'on voit à l'ouest, à Saint-Genès, et plongeant comme elle vers le sud (Pl. IX, fig. n° 1).

Le calcaire que je viens d'indiquer plongeant au nord est très-probablement un calcaire secondaire ; les strates fines qui le composent suivent le plongement de la masse, si opposé à celui des calcaires siluriens ; les caractères lithologiques si différents de ces deux calcaires, l'existence du premier ainsi redressé et disloqué sur le passage de mon principal accident du mont Viso dans l'Ariège, sont autant de raisons valables qui me permettent de supposer que ce lambeau calcaire recouvert par les grès appartient bien aux terrains secondaires.

La séparation de l'étage à dalles avec brèche et du terrain silurien reste encore évidente dans la vallée du Mascasse et le long du chemin conduisant de Saint-Genès au Sourd et à Celles par le village de Poutchous, ainsi qu'à la métairie de Gaillard au N. de Labat et d'Antras, comme le montre la figure n° 2.

Si maintenant, traversant vers le N. les coteaux peu élevés de Saint-Paul et de Saint-Paulet, nous arrivons au pied du prolongement E. du Pech de Foix à la métairie de Saint-Genès-Cambon, nous trouvons les villages de Caraybat, Saint-Cyrac, Soula, bâtis au pied des montagnes jurassiques, sur une brèche calcaire occupant la base de l'étage des grès et dalles, comme à Belmont, à Poutchous, à Gaillard, etc. La figure n° 3 prouve ce que j'avance.

Les coteaux qui occupent le fond du grand bassin limité plus haut entre Saint-Paul, Soula et Celles, sont assez élevés et paraissent formés par une épaisseur considérable de ces terrains gréseux. Dans la plaine de Leycherc, on voit les coteaux s'abaisser assez brusquement à mesure que l'on marche de Celles vers Leycherc. Eu même temps que les coteaux sont moins élevés, l'épaisseur de leurs bancs diminue de plus en plus, et le fond de la plaine de Leycherc est occupé par de minces plaques gréseuses, au milieu

desquelles se détachent des fossiles très-nombreux : *Hippurites organisans*, *H. bi-oculata*, *H. cornu-pastoris*, *Radiolites squamosa*, *R. radiosa*, des *Spherulites*, des *Caprotines*, des *Cyclolites*, des *Polypiers* très-abondants. Il y a là, comme on le voit, de bons représentants de l'étage turonien. C'est sous cet étage à rudistes qu'existe le crétacé inférieur formé par des calcaires à Dicérates qui se détachent à Roquefixade pour rejoindre ceux de Pradières et de Lherm d'un côté, ceux des environs de Lavelanet et de Belesta de l'autre.

Il est probable qu'il existait un bas-fond de la mer dans laquelle se déposaient les grès et les argiles entre Saint-Paul, Saint-Genès de Cambon, Soula et Celles, et un haut fond permettait le développement et l'habitation des rudistes dans le point qu'occupent aujourd'hui les couches si peu épaisses des grès de Leycherc.

Le roc de Montgaillard, situé à l'ouest du bassin que je viens de décrire, se relie intimement à l'étude des grès à rudistes, et peut servir à fixer bien exactement sa place à défaut de fossiles.

La masse centrale de ce pic est formée par un calcaire dolomitique que l'on reconnaît bientôt comme se rattachant aux dolomies jurassiques de Saint-Sauveur et du Pech de Foix. La cassure franche, sans esquilles, mettant à nu une surface cristalline et brillante, permet de reconnaître cette dolomie, qui ne diffère de celle de Foix que par la couleur, la première étant noire, la seconde rosée.

Tout autour de ce pic et contre ces dolomies jusqu'à moitié hauteur au moins, dans certains points, existe une brèche dont les éléments sont les suivants : fragments d'un schiste verdâtre talqueux, que l'on trouve en place tout près de Montgaillard, sur le bord de l'Ariège, où on le voit reposer sur un granite syénitique, débris d'un calcaire dolomitique pareil à celui qui forme le pic; quantité considérable de fragments d'un calcaire à pâte fine et blanche, rappelant les calcaires crétacés inférieurs de la région et contenant des Huîtres, des Natices, des Turritelles, des Térébratules, des Ammonites, des Turbinolies, etc., dont on voit les coupes assez nettes. Cette brèche est visible au milieu du village même de Montgaillard, sur le versant E. du pic, principalement, où elle forme de véritables dentelures avec des fractures nombreuses N. 27° O.

Entre le Calvaire, formé par la brèche, et le côté ouest du pic sur lequel la brèche remonte, existe un lambeau de l'étage des grès et dalles, passant insensiblement à la brèche, qui est à sa base, par l'augmentation de volume des éléments. Sous le pigeon-

nier Sicre, ces grès un peu argileux sont décomposés à la façon de l'ophite (1). Les assises de grès et argile visibles le long du chemin qui conduit du village au Calvaire vont rejoindre ceux des coteaux de Saint-Paulet et de Caraybat.

Puisque les éléments d'un calcaire crétacé inférieur, que des fossiles et la lithologie caractérisent parfaitement, se trouvent ici dans la brèche qui forme la base de l'étage des grès et argiles, il est incontestable que ces alternances gréseuses et argileuses doivent être supérieures aux calcaires crétacés inférieurs qui ont fourni une partie des éléments de cette brèche.

J'ai suivi pas à pas cet ensemble de couches parfaitement continues jusqu'à Leycherc, où les rudistes déjà énumérés donnent leur âge. Je puis donc des faits précédents tirer les conclusions suivantes :

1° Il existe dans la vallée de Leycherc, de Saint-Paul, Celles et Montgaillard, un terrain que M. Leymerie supposait appartenir au jurassique, et que les rudistes de Leycherc me permettent de classer comme turonien. Ce terrain commence à la base par une brèche contenant des roches granitiques, siluriennes, dévoniennes, jurassiques et du crétacé inférieur. Cette brèche, qui existe partout où l'on peut voir les bords et la base de cet étage, passe insensiblement à un grès par la diminution des éléments. Les assises de grès de la base sont sensiblement les plus épaisses; leur puissance atteint quelquefois 2 mètres et plus; il y a cependant des assises de quelques centimètres d'épaisseur, formant de véritables dalles très-abondantes à Celles et dans les environs. Ces grès deviennent psammitiques sur quelques points. Des bandes d'argile fine alternent avec eux, et cette argile devient schisteuse à mesure que l'on s'élève dans l'étage; peu à peu elle forme des bancs plus épais que ceux de grès et finit par dominer en formant la partie supérieure de cet ensemble, auquel je donnerai dans ce mémoire le nom de *Grès et argiles de Celles*.

2° Ces grès et argiles de Celles ou turoniens sont complètement postérieurs au terrain crétacé inférieur, dont le représentant le plus voisin des grès que je viens de décrire est le cénomaniens, visible à Foix, ainsi que je l'ai admis avec M. Leymerie. Des fragments de calcaire crétacé inférieur, cénomaniens, suivant

(1) Je suppose que c'est ce lambeau de terrain argilo-gréseux décomposé que MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy ont voulu désigner comme ophite. J'ai eu beau chercher ailleurs qu'en ce point une roche ressemblant à l'ophite, il m'a été impossible d'en trouver.

toutes les apparences, existent dans la brèche qui occupe la base de l'étage turonien, au pic de Montgaillard. On ne peut donc pas, avec M. Leymerie, faire un ensemble du turonien et du cénomanien; car ces deux étages des terrains crétaçés sont parfaitement limités et séparés dans le bassin de Celles.

Ces deux faits établis, je poursuivrai l'étude de cet étage crétaçé supérieur en suivant vers l'O. le versant N. de la chaîne des Pyrénées.

Au pied sud du mont Saint-Sauveur à Foix, une brèche pareille à celle de Montgaillard, Caraybat, etc., sépare un lambeau presque horizontal d'alternances de grès et d'argiles avec Hippurites et autres rudistes, des calcaires crétaçés inférieurs à Orbitolines, *Terebratula alata*, Huîtres, qui plonge au sud d'une façon presque verticale, comme le montre la figure n° 4. Ces grès et argiles reposant souvent sur le granite, chose facile à voir le long de la route de Saint-Girons, se montrent jusqu'au-dessous du col del Bouich.

En descendant vers la Bastide de Sérou, cet étage se développe par lambeaux dans le fond de quelques vallées et forme quelques coteaux. Entre Durban et Aillères, on le voit surmonté par les marnes rouges et le calcaire d'Alet. Au sud du Maz d'Azil, la montagne de Plagne ou de la Pépinière montre un fragment de cet étage, recouvert au côté N. de la plaine de l'Arize et au pied du moulin Maury par les argiles et le calcaire d'Alet. De même encore les grès avec alternances argilo-schisteuses de la montagne de Renaude se rejoignent par l'intermédiaire de quelques autres avec les mêmes grès de Clermont, qui reposent en ce point sur les terrains gypseux sans doute triasiques.

Au nord de Montesquieu-Avantes, dans le lieu dit Grabé, l'étage des grès et schistes plonge au sud, et des calcaires peut-être semblables à ceux du Maz d'Azil le surmontent, tandis que vers le sud ces mêmes grès reposent sur des calcaires jurassiques avec *Lima gigantea*, *Belemnites*, Peignes, Huîtres, Térébratules, etc., s'appuyant eux-mêmes sur les marnes irisées, les gypses et ophites et le grès rouge du trias, vers Lescure et Rimont.

En suivant le Volp, depuis le lieu dit Grabé jusqu'à Mérigon, on marche sur les grès à alternances schisteuses, que l'on voit à Mérigon même passer sous les marnes rouges de l'étage d'Alet. Ces grès se poursuivent ainsi jusqu'à Sainte-Croix. Dans les environs de ce village, on trouve en abondance des Avicules, des Térébratules, des Huîtres, parmi lesquelles, autant qu'on en peut juger, sont l'*Ostrea turonensis*, d'Orb., l'*O. Matheroniana?* ou une

Hûtre s'en rapprochant, des Caprines, etc. La partie inférieure de l'étage des grès avec alternances prend un grand développement dans les environs de Sainte-Croix, au N. duquel l'étage d'Alet semble encore le recouvrir. Dans toute la région que je viens de parcourir existent, dans les grès et les argiles schisteuses, des gisements très-nombreux de lignite, qui pourraient peut-être avoir une importance commerciale si l'on se donnait la peine de les rechercher et de les exploiter avec soin.

Sur le chemin de Sainte-Croix à Fabas, au lieu dit Rieuclea, les marnes rouges et le calcaire d'Alet recouvrent encore les grès, avant d'aller former toujours avec eux le massif d'Ausseing, où les grès et argiles de Celles occupent le bas-fond sur lequel est bâtie la métairie de La Serre, ou, si on l'aime mieux, la partie non rompue du plissement d'Ausseing. Ici, comme peut-être dans certains points déjà parcourus, et que je ne puis encore nommer, l'étage des grès turoniens et de Celle est immédiatement au-dessous de la partie la plus supérieure de la craie blanche ou craie de Maëstricht, sur laquelle repose l'étage d'Alet que M. Leymeric a cru devoir appeler étage garumnien.

En s'avancant vers Salies, on peut suivre les grès de Celles qui reposent à Pousoles, et à Jourdins surtout, sur les gypses et les ophites triasiques de la vallée du Lenz, et le long de la rive gauche de ce ruisseau, sur un granite à gros éléments, à mica noir et à tourmaline. Aux coteaux d'Espancoussés, rive droite du Salat, des lambeaux de l'étage de Celles reposent soit encore sur l'ophite, soit sur un calcaire cristallin, dur, résistant, non fétide, à coupes fossilifères, avec dolomies, et souvent en contact direct soit avec un granite passant à l'eurite, soit près du lieu dit Tussoles, avec des schistes de transition regardés, avec raison, par la Société géologique, en 1862, comme schistes anté-siluriens. Les grès et schistes argileux arrivent jusqu'à Touille, au sud des quartiers précédents, et ils reposent sur le crétacé inférieur, qui s'étend en nappe peu épaisse et fragmentée jusque sur les marnes supra-liasiques et le lias, avec dolomies à la base, de Saint-Lizier et de Saint-Girons. C'est dans cette nappe de crétacé inférieur que mon modeste et savant ami, M. le docteur Victor Lacanal, a trouvé de nombreux fossiles crétacés, parmi lesquels l'*Ostrea macroptera* semble très-répendue.

Si nous descendons maintenant le Salat, en suivant la rive gauche vers Mane, nous arrivons à l'entrée de la vallée de Rieumajou, sur le bord sud de laquelle existent des calcaires indiqués à juste titre comme crétacés par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, mais

que, sans motif connu, M. Leymerie donne comme jurassiques.

A 1500 mètres de Mane et à 500 mètres de la métairie laissée sur la gauche en suivant le chemin conduisant vers l'ouest, on trouve au nord des calcaires précités des schistes argileux plongeant S. avec la direction $0,20^{\circ}$ N. Des fragments d'une brèche rappelant tout à fait celle de Caraybat et de Saint-Paul jonchent la route et le fond de la vallée. Les grès et dalles se montrent aussi sur plusieurs points, et comme à Celles ils sont utilisés pour faire des murs et des bordures de champs et de jardins. La brèche, comme on peut le voir figure n^o 5, vers la partie supérieure des coteaux, dans le chemin conduisant de Saroux à Figarol, paraît au-dessous de l'étage à grès et à argile schisteuse; elle est composée de fragments de calcaire gris noir, non fétide, de calcaire gris blanc, de calcaire argilo-marneux, de quelques cailloux quartzeux assez petits, le tout plus ou moins roulé et cimenté par un ciment calcaire avec géodes de chaux carbonatée cristalline. Elle marche régulièrement à la base de l'étage des grès de Celles.

Au-dessus, et tout à fait au sommet des coteaux, on voit une formation argilo-marneuse blanchâtre, surmontée d'un poudingue à éléments assez fins et coupé par des fractures orientées O. 15° N. à 20° N. C'est principalement sur les tertres élevés de la Croizette, quelques mètres avant d'arriver au village de Paou, que ces superpositions peuvent se voir. Si de ce point l'on descend vers le lieu dit La Serre, il semble qu'on peut suivre dans le poudingue un plissement marchant O. 15° à 20° N. Pour être sûr de l'existence de ce plissement, il faut arriver jusque sur la propriété de Bertrand Retrun. Au sud de cette métairie, le poudingue prend une épaisseur considérable, et forme le sommet des coteaux entre la propriété Retrun et le village de Labaux. Il est coupé par de nombreuses fractures orientées suivant les Pyrénées, O. 15° à 18° N.

Après avoir traversé le village de Labaux, si l'on descend dans le bas-fond à travers champs, on marche sur l'étage des grès avec alternances, facile à reconnaître au seul aspect de la surface du sol. Au milieu du bois, au sud-est du dernier village et au milieu des grès, se dresse un calcaire pareil à ceux du sud de la vallée de Rieumajou.

Ce calcaire est compacte, cristallin, très-résistant, cloisonné par une argile dure et très-fine, d'apparence rosée. Sa stratification plonge verticalement au N. O.; l'orientation est de E. 20° N. à 30° N. Des fractures très-nettes marchent N. 25° à 28° O. Ce calcaire contient de très-nombreuses empreintes de fossiles crétacés.

surtout des Ammonitides. Au pied de ces calcaires, du côté de Mane, existe encore l'étage des grès et argiles avec alternances, que la tranchée faite pour la route a mis à nu sur plusieurs points. Toutes ces alternances se suivent sans qu'on les perde un seul instant de vue jusqu'à Salies et à Monsaunés, où on les voit dans bien des points reposer sur les gypses et les ophites, ainsi que sur les marnes irisées du trias; voyez la figure n° 6.

Qu'il me soit permis de faire remarquer ici mon désaccord avec M. Leymerie, au sujet des terrains qu'en 1862, lors de la réunion de la Société géologique à Saint-Gaudens, le professeur de Toulouse indiqua comme terrain de transition et comme post-pyrénéens.

1° Le terrain de transition n'existe en réalité, dans la région que je viens de parcourir, qu'au lieu dit Tussole, au sud d'Españoussés, sur la rive droite du Salat, là où la Société géologique a admis des schistes probablement anté-siluriens. Sur la rive gauche du Salat, les points indiqués par M. Leymerie comme de même nature que les schistes quartzeux de Tussole, ou schistes de transition, ne contiennent que les grès et les argiles schisteux de l'étage turonien, dans leur état le plus naturel, sans traces de métamorphisme, avec des directions et des plongements correspondant à tous ceux que nous avons déjà vus dans cet étage. De plus, je ne saurais trop le répéter, en l'absence de fossiles, on peut suivre, pas à pas, l'ensemble des lambeaux de ce terrain et relier chacun d'eux l'un à l'autre. Il est impossible de se tromper ainsi.

2° Quant au post-pyrénéen des plateaux intérieurs, il sera facile de voir, pour tout observateur parcourant la contrée dans laquelle je viens de le conduire, que M. Leymerie a fait là une fâcheuse innovation, puisqu'il a compris sous cette dénomination le turonien (soit la partie gréseuse, soit la partie argileuse), et aussi un terrain entamé par de nombreuses fractures des Pyrénées, parfaitement nettes, parfaitement orientées O. 18° N.

A l'avenir et aux observateurs consciencieux de décider si j'en fais erreur.

Quoi qu'il en soit, reprenant mon étude du crétacé supérieur, je dirai que les alternances de l'étage de Celles peuvent être suivies soit dans les tranchées du chemin de fer, soit sur le versant nord des coteaux que longe la Garonne jusqu'à Saint-Gaudens et à Montrejeau, plongeant surtout vers le sud et le sud-est. En suivant les tranchées du chemin de fer de Montrejeau à Tarbes, on reconnaît tout de suite qu'elles ont été faites dans l'étage des grès avec alternances schisteuses. Au nord de Mazères on voit la strati-

fication marcher E. 30° N. et plonger au N. A Aventignan, après avoir quitté le niveau turonien, on rentre dans les calcaires crétacés inférieurs présentant de nombreuses fractures N. 28° O., fractures qui manquent complètement dans les assises de grès.

Au village de Thuzagnet, dans la vallée de la Neste, figure n° 7, on voit, dans le milieu de la plaine, un pointement calcaire au milieu de l'étage des grès et argiles. Ce rocher calcaire porte le nom de *roc de la Hounto*; il ressemble à un calcaire que nous verrons plus loin à Capvern recouvert de plaques de chaux carbonatée, cristalline blanche. Il est entamé par des fractures orientées N. 10° O. et N. 28° O. Son plongement est au sud.

A Labarthe de Neste, où existe une petite source minérale, la partie argilo-schisteuse du turonien se dessine aux environs de la maison isolée du quartier dit La Peyriguière. Peu à peu cet étage disparaît sous les dépôts tertiaires du plateau de Lannemezan, et reparaît dans les vallées profondes qui descendent de ce plateau.

A la station minérale de Capvern, l'étage des grès et argiles vient de nouveau se montrer au contact du crétacé inférieur. Ce dernier terrain est ici composé par un calcaire compacte, noir, fétide, à Entroques, avec veines, veinules et filets de chaux carbonatée cristalline blanche, semblable à celui du roc de la Hounto à Thuzagnet. Ce calcaire porte de nombreuses cassures orientées E. 35° N. — N. 30° E. — E. 25 à 26° N. — O. 20° N. La source qui alimente l'établissement minéral sort d'une fracture marchant E. 35° N.

Au contact du calcaire que je viens de décrire se développe tout l'ensemble de l'étage des grès et dalles avec schistes argileux. Le contact des deux terrains se fait par l'intermédiaire d'une brèche rappelant la brèche de Celles, de Caraybat, de Poutchous, dans l'Ariège. Tout cela est visible dans les environs de Capvern et surtout au petit établissement dit la Bourride, dans une vallée voisine, sous la maison d'Irène Matelat.

La source de ce second établissement naît dans un point où le calcaire repose sur un granite feldspathique, à mica blanc, désagrégé à la surface. En ce point, le calcaire est cristallin et très-résistant.

En descendant des hauteurs de Capvern dans la vallée de l'Arros, on marche pendant tout le temps sur l'étage des grès et argiles schisteuses, figure n° 8, qui est plissé dans plusieurs sens. A Gourgues, l'augmentation de volume des éléments du grès indique que la brèche de la base n'est pas loin; on la trouve en effet dans le fond

de la vallée. De Gourgues, jusqu'à plusieurs kilomètres au sud d'Escaladieu, on voit se développer ces mêmes grès.

Vers Durban, dans la petite vallée du Lutz, les argiles schisteuses de la partie supérieure de l'étage prennent un développement considérable, et souvent on les voit en contact avec des îlots de granite, principalement tout près d'un moulin à scie.

L'ophite sous toutes les formes et dans tous les états se montre à chaque instant dans cette petite et curieuse vallée. On voit que cette roche appartient à une autre époque, à un autre terrain que l'étage des grès et schistes qui en suit les contours. Quelquefois cet étage repose directement sur des calcaires, très-probablement créacé inférieur, complètement métamorphisés, imprégnés d'une infinité de minéraux amphiboliques. L'absence de phénomènes métamorphiques dans les grès et la présence de ces mêmes phénomènes dans les calcaires créacés inférieurs permettent de différencier l'âge des deux terrains.

Aux environs de Bagnères-de-Bigorre, en remontant au N. de cette ville pour se diriger vers Orignac, on marche d'une manière constante sur la partie supérieure argilo-schisteuse de l'étage des grès et dalles, ainsi que le montre la figure n° 9. A Orignac, le miocène repose sur le terrain précédent (1) et contient des lignites exploitables, dans lesquels j'ai trouvé, le 19 avril 1864 : un Ours, le plus ancien qui soit connu, sans doute; un Tapir indéterminé, le *Dinotherium*, peut-être un Mastodonte et le *Dorchaterium Naui*, dont j'ai été heureux d'offrir les débris au savant et vénérable M. Lartet, qui déjà avait cité dans cette localité : le *Rhinoceros Schleiermachi*, le *R. Goldfussii*, le *Tapirus priscus*, le *Castor Jaegeri*, gisant dans des couches combustibles, composées de Cèdres, d'*Araucaria*, et d'autres conifères.

Entre Bagnères-de-Bigorre et Lourdes, l'étage des grès de Celles occupe en grande partie les coteaux qui s'étendent vers l'O., un peu au N. du parallèle de Bigorre, souvent en rapport avec de

(1) M. Leymerie, comme le dit M. Virlet (*Bull. Soc. géol.*, t. XXII, p. 349), a reconnu que le terrain miocène repose d'une façon discordante sur le nummulitique et sur le poudingue de Palassou. M. Leymerie paraît ne pas avoir tenu compte du mémoire dans lequel Palassou décrit les poudingues *pliocènes* du Béarn; autrement il n'aurait pas fait reposer le miocène sur le pliocène. M. Leymerie confond partout le poudingue des montagnes (tertiaire inférieur) avec le poudingue de Palassou (tertiaire supérieur). J'ai déjà eu l'occasion de relever cette erreur de M. Leymerie dans mon premier mémoire sur la géologie de l'Ariège.

nombreux affleurements d'ophite faisant suite d'une part à ceux de Lourdes, d'autre part à ceux de Bigorre. A la montée de Loucrup, cet étage crétacé supérieur repose sur un affleurement de granite décomposé, à gros éléments, à larges plaques de mica blanc.

Nous arrivons enfin à Lourdes, après avoir constamment marché sur les alternances argilo-gréseuses.

En 1861, M. Leymerie a publié dans le recueil de la Société académique des Hautes-Pyrénées un travail sur la vallée de l'Adour, avec une planche, sur la figure 2 de laquelle il a représenté une coupe N. S. passant sur Lourdes. J'ai reproduit cette coupe figure n° 11 de ma planche, après l'avoir *exactement calquée* sur celle que je cite.

J'admets parfaitement avec M. Leymerie que les schistes au N. des calcaires jurassiques de Lourdes sont crétacés; je vais plus loin encore; ce sont là pour moi les alternances d'argiles schisteuses et de grès turoniens.

La coupe de M. Leymerie me met dans l'impossibilité de m'expliquer deux choses :

1° Comment des schistes crétacés peuvent plonger sous des calcaires jurassiques, comme l'indique sa coupe représentée figure n° 11.

2° Comment le professeur de Toulouse, après avoir reconnu, en 1861, comme crétacés, les schistes du N. de Lourdes, a pu, en 1862, prendre ces mêmes schistes pour du terrain de transition et du terrain post-pyrénéen aux environs de Salies, et pour du jurassique dans la vallée de Celles, en 1863.

J'expliquerai, quant à moi, les deux faits précédents d'une manière bien simple : 1° Si les schistes crétacés du N. de Lourdes plongent en apparence sous les calcaires jurassiques, c'est qu'il y a là deux grandes failles, dont l'une a amené au jour le terrain silurien au S. de Lourdes (terrain silurien, avec une bande d'ophite stratifiée), et l'autre a redressé les calcaires jurassiques au niveau même de Lourdes, laissant ces calcaires en contact immédiat avec les schistes crétacés qui ont le même plongement S. que les calcaires. Mes deux figures nos 12 et 13, cette dernière prise quelques kilomètres à l'O. de Lourdes, indiquent la vérité de ce que j'avance. 2° Je crois qu'après une étude d'ensemble dans les Pyrénées de la composition et de la stratigraphie de l'étage turonien, M. Leymerie aurait, tout aussi bien qu'un autre de ses collègues, évité les erreurs graves auxquelles je crois avoir échappé par suite de mon étude et des coupes multipliées que j'ai données dans ce mémoire.

A partir de Lourdes, l'étage turonien s'avance vers Bétharam, dans les Basses-Pyrénées, en formant les coteaux qui se dessinent sur la rive droite du Gave. Le point de contact de ces grès et schistes avec les terrains inférieurs est ici caché sous d'immenses dépôts d'alluvions anciennes.

A Saint-Pé, au N. de calcaires schisteux, peut-être néocomiens, placés sur la rive droite du Gave, on voit plusieurs points de l'étage des grès avec les calcaires inférieurs, ayant lieu toujours de la même façon.

A Bétharam, au S. E. du village et au pied de la grotte dite de l'Estelle, ainsi que le prouve la figure n° 10, la brèche de contact des deux terrains crétacé supérieur et crétacé inférieur apparaît, comme dans la vallée de Celles, avec une épaisseur de 40 mètres au moins. Cette brèche court toujours à la base de l'étage des grès. A cette base existent des bancs puissants calcaréo-gréseux qui diminuent peu à peu d'épaisseur et deviennent psammites en laissant dominer les argiles schisteuses à mesure que l'on monte dans l'étage. Dans cette région, la direction du turonien oscille entre O. N. et E. N., le plongement étant au S.

Au village de Bétharam même, l'étage des grès de Celles recouvert par des alluvions anciennes repose sur l'ophite anté-jurassique.

Cet étage peut être suivi à travers la plaine du Béarn, sur les poudingues pliocènes, vrai poudingue de Palassou, jusqu'à Gan, sur la route de Pau aux Eaux-Bonnes, ainsi qu'il est indiqué dans la figure n° 14. A Gan, on exploite les dalles gréseuses exactement comme à Celles.

Du S. de Gan, après avoir vu les grès passer à un conglomérat, et ceux-ci alterner avec des argiles schisteuses, on vient à Bébenacq, où se dessinent des coteaux assez élevés formés par des schistes et des calcaires peut-être néocomiens, entourés au N. et au S. par l'étage turonien, qu'on peut suivre jusqu'à Arudi, et qui, aux environs de Sévignac, contient des grès psammites.

D'Arudi à Saint-Christau, au S. d'Oloron, les diverses parties de l'étage turonien reposent sur des ophites sous-jurassiques et sont plus ou moins modifiées. Les calcaires secondaires supra-ophitiques limitent au S. l'étage de Celles. Les contacts se font par une brèche souvent visible et dans laquelle j'ai trouvé, avec mon ami regretté, M. Louis Martin, l'amphigène en roche et l'amphigène cristallisé.

Après avoir suivi, sur près de 200 kilomètres, le long de la chaîne l'étage crétacé que je viens de décrire, je vais envisager

son étude au point de vue général de sa place stratigraphique.

L'étage des grès de Celles avec alternances argilo-schisteuses est composé, partout où cette base est visible, par une brèche variant suivant les terrains sur lesquels elle repose et qui le sépare : du granite, dans la vallée de la Barguillère (Ariège), à Jourdin, aux environs de Salies (Haute-Garonne), à Loucrup (Hautes-Pyrénées), dans la vallée du Lutz (Hautes-Pyrénées); du terrain de transition, dans la vallée de Celles, de Saint-Paul (Ariège); du trias, aux environs de Salies, à la limite de la Haute Garonne et de l'Ariège, dans le Saint-Gironnais; du terrain jurassique au N. de la vallée de Saint-Paul et Celles (Ariège), au niveau de Montesquieu-Avantes (Ariège), à Lourdes (Hautes-Pyrénées); du crétacé inférieur, dans la vallée de Lherm (Ariège), à Foix (Ariège), à Saint-Lizier (Ariège), à Mane (Haute-Garonne), à Thuzagnet, à Aventignan (Haute-Garonne), à Capvern, à Gourgues, dans la vallée du Lutz (Hautes-Pyrénées), à Saint-Pé, à Gan, à Bétharam, à Saint-Christau (Basses-Pyrénées).

Cet étage de Celles est recouvert par la craie de Maëstricht à Ausseing (Haute-Garonne); par l'étage d'Alet, dans la vallée de Lherm, et dans toute la région entre Foix et Ausseing; par les terrains tertiaires, dans le plateau de Lannemezan et dans le Béarn.

Ainsi donc cet étage de Celles occupe dans toute la partie de la chaîne des Pyrénées où je l'ai suivi la place du turonien. Les rudistes de Leyherc et les fossiles de Sainte-Croix le caractérisent paléontologiquement.

Explication de la planche IX.

(Longueurs et hauteurs à volonté.)

N^o 1. Coupe prise à Celles (Ariège) sur le chemin de Belmont. — *Silurien supérieur* composé : 1^o par un banc calcaire fort épais formant saillie au-dessus des autres assises du même terrain; 2^o par des alternances de bandes calcaires et schisteuses. — C¹, *crétacé inférieur*, sinon calcaire, toujours secondaire. — C², *crétacé supérieur*, formé par des bancs de grès quartzeux et calcaire. — *brèche* avec éléments anguleux et roulés, formant séparation entre le silurien, le calcaire secondaire et les bancs de grès crétacés supérieurs.

N^o 2. Coupe prise au sud de Saint-Paul (Ariège) à la métairie Gailard. — *Silurien supérieur*, *crétacé supérieur* (étage des grès et dalles avec alternances, de Celles), *brèche intermédiaire*.

N^o 3. Coupe prise entre le prolongement E, du Pech de Foix, Ca-

- raybat et Saint-Paul (Ariège). — Jurassique. — C^s, crétacé supérieur (étage des grès de Celles), brèche intermédiaire.
- N° 4. Coupe prise à Foix (Ariège) entre la montagne de Ferrières et le pic Saint-Sauveur. — Gr, granite. — Jurassique. — Cⁱ, crétacé inférieur. — C^s, crétacé supérieur. — Brèche intermédiaire visible le long de la montagne de Saint-Sauveur au sud.
- N° 5. Coupe prise à l'ouest de Mane (Haute-Garonne). — Cⁱ, crétacé inférieur. — C^s, crétacé supérieur (étage des grès et dalles de Celles). Brèche intermédiaire. — M, dépôts argilo-marneux blancs plongeant N. avec la direction O. 45 à 48° N. — P, poudingue surmontant les dépôts M et entamé lui-même par des cassures nombreuses des Pyrénées. Par conséquent ces deux dernières formations sont post-pyrénéennes et non anté-pyrénéennes comme le veut M. Leymerie.
- N° 6. Coupe prise à Salies (Haute-Garonne). — O, ophite. — Gy, Gypse. — M I, marnes irisées (représentant le trias). — C^s, crétacé supérieur (étage des grès et dalles) ayant emprunté sur les bords la coloration un peu bigarrée aux marnes irisées sur lesquelles il repose. — C M, craie de Maëstricht.
- N° 7. Coupe prise entre Thuzaguet et le roc de la Hounto (Haute-Garonne). — Cⁱ, crétacé inférieur formant le roc de la Hounto. — C^s, crétacé supérieur (étage des grès et dalles). — F, faille très-probable dans le crétacé inférieur. — 1, première terrasse diluvienne (supérieure). — 2, seconde terrasse diluvienne (moyenne). — 3, troisième terrasse diluvienne (inférieure). Les trois terrasses forment des alluvions quaternaires anciennes. — 4, terrasse diluvienne actuelle dans laquelle coule la Neste.
- N° 8. Coupe prise entre Capvern et Gourgues (Hautes-Pyrénées). — Cⁱ, crétacé inférieur sur lequel est bâti Capvern et dans lequel sort la source de l'établissement minéral. — C^s, crétacé supérieur très-développé et plissé, entre Capvern et Gourgues. — Brèche au point de séparation des deux terrains.
- N° 9. Coupe prise entre Bagnères de Bigorre et Orignac (Hautes-Pyrénées). — Cⁱ, crétacé inférieur en contact avec l'ophite. — C^s, Crétacé supérieur (partie supérieure de l'étage des grès de Celles). — F, faille marchant O. 5° N. — M, miocène d'Orignac avec lignite.
- N° 10. Coupe prise au sud de Bétharam, passant sur la grotte de l'Estelle (Basses-Pyrénées). — Cⁱ, crétacé inférieur de la montagne de l'Izalce. — C^s, crétacé supérieur (étage des grès de Celles), de Soum de Costo. — Brèche entre les deux terrains. — Entrée de la grotte sous laquelle existe un lambeau d'alluvions quaternaires anciennes.
- N° 11. Coupe donnée par M. Leymerie dans son mémoire sur le terrain diluvien de la vallée de l'Adour (extr. du *Bulletin de la Société Académique des Hautes-Pyrénées*). On voit dans cette coupe les schistes, marqués crétacés par M. Leymerie, passer sous les calcaires jurassiques de Lourdes. Le tout est recouvert par les alluvions quaternaires anciennes de Saux et d'Adé.

N^o 42. Coupe que j'ai fait passer exactement par les mêmes points que la précédente, Lourdes et Adé (Hautes-Pyrénées). La partie supérieure du Mont de Gers est constituée par du jurassique, et la partie inférieure par du silurien auquel appartiennent les ardoisières du sud de Lourdes, au pont neuf. Au point O. du silurien existe une bande d'ophite formant stratification dans ce terrain. — En F et F' existent deux failles enclavant un lambeau de jurassique. — C^s, le crétacé supérieur (étage des grès turoniens de Celles) vient buter contre la faille F'. — Lourdes, Saux et Adé sont bâties sur des alluvions quaternaires anciennes.

N^o 43. Coupe passant par le massif nord de la vallée d'Embatsuguère et par le lac de Lourdes (Hautes-Pyrénées). — J est sans doute du jurassique. — En F est une faille en dessous de la vallée de Lourdes à Saint-Pé; cette vallée est remplie d'alluvions quaternaires anciennes et de récentes. Entre la vallée de Saint-Pé et le château Piet, l'étage des grès turoniens de Celles se développe formant des mamelons par des plissements. Ces mamelons sont parsemés de blocs erratiques venus des cimes granitiques de la chaîne. Le lac de Lourdes repose sur le terrain turonien. Au nord du château Piet est une vallée avec tourbe.

N^o 44. Coupe prise entre Arudy et Pau (Basses-Pyrénées). — Cⁱ, crétacé inférieur, calcaire à Dicérates. — O, ophites avec brèche supérieure. — C^s, crétacé supérieur (étage des grès turoniens de Celles), avec la brèche à la base. — C^{i'}, crétacé inférieur, calcaire et schistes peut-être néocomiens, dans lesquels est la grotte de Rébenacq. — C^s, même étage turonien avec quelques grès psammites comme à Savignac. — Num., terrain nummulitique. Le nummulitique inférieur est peut-être représenté par des calcaires blancs, le moyen par les marnes de Bosdaros près de Gau. — Pl., terrain pliocène ou poudingue de Palassou, en couches horizontales alternatives de poudingues à ciment ferrugineux, conglomérats, argiles blanches et briquetées. — F, faille faisant voir la relation probable entre Cⁱ et C^{i'}.

M. Martins rend compte à la Société de ses observations récentes sur le retrait des glaciers de Chamonix et sur les traces que l'ancien glacier de la vallée de Domo d'Ossola a laissées aux environs de Baveno.

Du retrait et de l'ablation des glaciers de la vallée de Chamonix constatés dans l'automne de 1865; par M. Charles Martins.

I. *Retrait et ablation de l'extrémité inférieure des glaciers de la vallée de Chamonix.*

Il y a douze ans, le voyageur qui débouchait par la gorge des

Montées pour entrer dans la vallée de Chamonix apercevait d'abord le glacier de Taconnay suspendu entre la montagne de la Côte et celle des Fans, puis celui des Bossons, dont les hautes pyramides de glace s'élevaient au-dessus de sa moraine latérale gauche et contrastaient par leur blancheur avec les noirs sapins dont le revers occidental de cette moraine est revêtu. Aujourd'hui tout est changé : le glacier des Bossons ne s'élève plus au-dessus de ses moraines latérales ; ce sont elles qui le dominent et le débordent aux yeux du voyageur cheminant au fond de la vallée. Il y a également douze ans, le glacier dépassait inférieurement ses moraines latérales, s'avavançait vers le fond de la vallée et menaçait les premières maisons du hameau des Bossons, dont les habitants délibérèrent s'ils devaient les abandonner. En effet, en 1851 M. Venance Payot, naturaliste à Chamonix (1), constatait que ce glacier avait avancé de 31 mètres en un mois, savoir, du 18 mai au 18 juin, et cette progression plus ou moins rapide ne s'est arrêtée qu'en 1854.

Ce qui est vrai du glacier des Bossons l'est également de tous les autres glaciers de la vallée. Tous ont reculé, tous ont diminué de puissance depuis cette époque. Chez tous on est obligé, pour arriver à l'escarpement terminal, de marcher péniblement sur les cailloux anguleux de la moraine profonde abandonnée par le glacier qui la recouvrait. Le torrent qui sort du glacier, au lieu de courir immédiatement dans de vertes prairies, se divise en plusieurs branches au milieu du lit de cailloux parmi lesquels il se fraye un passage. Ainsi la scène est changée ; moins pittoresque pour l'artiste, elle est plus instructive pour le géologue, qui voit à découvert la moraine profonde avec les moraines latérales qui la dominent et constate l'absence de la moraine terminale qui n'a pu se former parce que le glacier, pendant sa période de retrait, n'a pas stationné assez longtemps à la même place pour y construire une digue formée par l'accumulation des blocs tombés de son escarpement terminal. Cette étude est du plus haut intérêt ; elle permet de comparer les moraines d'un glacier actuel avec les anciennes moraines, si fréquentes dans toutes les vallées et jusque dans les plaines du pourtour de la chaîne des Alpes. Le géologue témoin des travaux du glacier actuel ne méconnaîtra pas ceux de l'ancien glacier dont le premier n'est plus qu'une faible réduction. D'un autre côté, les voyageurs qui visiteront à

(1) *Guide du Botaniste au Jardin de la mer de glace de Chamonix*, p. 42, 1854.

l'avenir la vallée de Chamonix pourront constater les oscillations des glaciers dans les temps historiques. Le maximum d'extension est toujours indiqué par la moraine que le glacier laisse après lui, et, quand ces moraines sont couvertes d'arbres, l'âge même de ces arbres, estimé par le nombre de leurs couches annuelles, permet d'apprécier le nombre *minimum* d'années depuis lequel le glacier s'est retiré.

N'ayant pas le loisir de mesurer moi-même le recul des glaciers, c'est-à-dire la distance qui séparait le point extrême atteint en 1854 du point où la glace s'arrêtait en septembre 1865, j'ai prié M. Venance Payot de le faire à ma place avec l'aide de l'un de mes anciens guides du mont Blanc, Ambroise Couttet. Voici les résultats qu'ils ont obtenus.

Le glacier des Bossons a reculé depuis douze ans de 332 mètres. Loin de menacer le village des Bossons; il en est actuellement éloigné de plus de 500 mètres, et l'espace qui l'en sépare est couvert par les cailloux et les graviers de la moraine profonde. Les pyramides de glace qui dépassaient les moraines latérales ont disparu. Le glacier est réduit à une surface unie terminée en forme de langue et dominée des deux côtés par les deux moraines latérales qui s'élèvent en moyenne à 25 mètres au-dessus de la surface de la glace. M. Payot estime l'ablation totale du glacier à 80 mètres. Les moraines forment deux talus fortement inclinés. Pour traverser le glacier on est obligé de descendre l'un de ces talus et de remonter sur l'autre quand on a quitté la glace. Il y a dix ans, c'était le contraire. On montait du sommet de la moraine sur le glacier, et après l'avoir traversé on descendait de la glace sur la crête de la moraine opposée. Chacune d'elles est terminée par une arête bien marquée, et leur section par un plan perpendiculaire à cette arête représenterait un triangle dont la base repose sur la pente de la montagne.

Le glacier des Bois, terminaison de la mer de glace, a moins reculé que celui des Bossons, car on ne compte que 188 mètres depuis le point extrême atteint en 1854 et la grotte de glace d'où s'échappe le torrent de l'Aveyron. A son extrémité inférieure ce glacier se contourne en forme de faucille et sa puissante moraine latérale droite décrit une courbe concentrique qui se termine près du hameau des Bois, que le glacier menaçait il y a douze ans. La moraine près de ce hameau est donc à la fois latérale et terminale. Partout elle domine le glacier, et au-dessous du *Chapeau* elle forme un talus adossé à la montagne, d'une régularité telle qu'on croirait voir un long talus de déblais artificiels. Ce glacier,

comme le savent tous les voyageurs qui ont visité Chamonix, fait cascade à son extrémité sur des rochers de protogine. La moitié droite de ces rochers est couverte par le glacier, mais la moitié gauche reste à découvert. La surface de la roche est nue, aplanie et moutonnée. Un grand nombre de filets d'eau s'échappent de la tranche du glacier qui s'arrête au haut de l'escarpement et viennent grossir l'Aveyron. Ils sont figurés sur la carte de la *mer de glace* publiée en 1842 par M. Forbes et celle très-récente (1865) du capitaine d'état-major Mieullet.

C'est en montant à la Flegère, en face du glacier des Bois, que l'on embrasse le mieux cet ensemble, et il est impossible de méconnaître l'analogie, j'allais dire l'identité, qui existe entre la moraine terminale en forme de faucille du glacier des Bois et l'ancienne moraine du glacier qui remplissait jadis la vallée de Montjoie et se terminait aux bains de Saint-Gervais. Cette moraine descend du Prarion et elle est à la fois, comme celle du glacier des Bois, latérale droite et terminale. Comme celle du glacier des Bois, elle représente une faucille dont la pointe aboutirait à la promenade qui précède l'établissement des bains (1). Tout est semblable, sauf les dimensions. Deux torrents, le Nant-Fernet et le Giblou, qui se réunissent avant de se jeter dans l'Arve, ont profondément entamé cette moraine surtout entre les villages de Mont-Paccard et de Montfort, bâtis sur le terrain erratique. Cette coupe naturelle montre que ces moraines sont composées de blocs anguleux, de cailloux, de sable, mêlés confusément sans aucune trace de stratification. Sur la rive droite du Giblou, des blocs de dimension énorme ont protégé le terrain morainique sous-jacent contre l'action ravinante des eaux pluviales. Des pilastres dont ces blocs erratiques forment le chapiteau font saillie sur les parois de l'escarpement ; quelques-uns en sont même complètement séparés. C'est un but de promenade pour les baigneurs de Saint-Gervais, qui les connaissent sous le nom de *cheminées des Fées*.

Le troisième grand glacier de la vallée de Chamonix, celui d'Argentières, s'était avancé, il y a douze ans, d'une manière inquiétante ; il s'approchait du village, dont il n'était plus séparé que par un rideau de mélèzes. Depuis 1854 il a reculé de 181 mètres. Charriant beaucoup de pierres et de blocs erratiques à sa surface, il a enseveli sous une masse de décombres les terrains

(1) Voyez pour plus de détails l'ouvrage intitulé : *Du Spitzberg au Sahara*, p. 248.

qu'il a abandonnés depuis, et ses deux immenses moraines latérales réunies forment une moraine terminale plus basse et concentrique à l'escarpement terminal.

Mais de tous les glaciers de la vallée de Chamonix, celui qui a reculé le plus, c'est le glacier du Tour. On ne le voit plus en descendant du col de Balme, car il n'entre plus dans la vallée et a même presque disparu au fond du couloir dans lequel il descendait; en douze ans il a reculé de 520 mètres.

On voit que le retrait des quatre principaux glaciers de la vallée de Chamonix a été fort inégal, et, quoique les lois qui président à la progression et à la fusion de ces masses commencent à être bien connues, il serait difficile de se rendre compte exactement des différences qu'on observe entre le retrait de ces différents glaciers. La cause générale du phénomène, c'est le peu d'abondance des neiges tombées pendant les dix derniers hivers et la chaleur des étés; ces deux causes séparées ou réunies suffisent pour déterminer le retrait des glaciers. Leur avancement ou leur recul dépend en effet de l'équilibre qui s'établit entre la fusion et la progression du glacier. Mais, de même que les rivières qui sortent d'un lac, ou les torrents issus d'un bassin de réception, sont d'autant mieux alimentés que le lac ou le bassin de réception sont plus grands, de même l'alimentation et par conséquent la progression d'un glacier dépendent, toutes choses égales d'ailleurs, de l'étendue des cirques de réception, c'est-à-dire de celle des champs de glace et de névé dont le glacier est pour ainsi dire l'émissaire, comme M. Desor en a fait le premier la remarque (1). Si maintenant on jette un coup d'œil sur la carte de la chaîne du Mont-Blanc, publiée en 1865 par M. Reilly, on reconnaît immédiatement que le glacier des Bois correspond au plus grand bassin de réception, puis vient celui d'Argentières après celui des Bossons, et enfin celui du Tour. Cet ordre est précisément celui du retrait de ces glaciers; ceux des Bois et d'Argentières ont le moins reculé. Le glacier du Tour, dont le cirque est incomparablement moins étendu que celui de tous les autres, a reculé trois fois plus que son voisin, celui d'Argentières, et même que celui des Bossons, quoique son extrémité inférieure soit bien plus élevée au-dessus de la mer que le pied, dont l'altitude est de 1100 mètres. L'extrémité inférieure du glacier du Tour étant dans un climat notablement plus froid que celui du village de Chamonix, cet exemple prouve que la chaleur de la vallée où aboutit le glacier n'a pas eu une action

(1) *Excursions et séjour dans les glaciers*, t. II, p. 486, 4844.

prépondérante sur son retrait ; en effet, c'est celui du Four, le plus élevé de tous et dont j'avais fixé barométriquement à 4554 mètres la hauteur au-dessus de la mer en 1837, qui a le plus reculé ; mais aussi son cirque est-il beaucoup plus petit que celui de chacun des autres ; de là une alimentation moindre et un recul plus considérable.

Retrait et ablation de la partie supérieure des glaciers et en particulier de celui du Géant.

J'avais constaté le retrait et l'ablation des glaciers à leur extrémité inférieure, mais cela ne me suffisait pas ; je voulus savoir quels changements s'étaient opérés dans leur région supérieure ; pour cela, je résolus de remonter la mer de glace et de m'élever jusqu'au col du Géant par le glacier du même nom, véritable prolongement de la *mer de glace*, et de sa terminaison le glacier des Bois.

Je partis de Chamonix le 4 septembre. Le Montanvert était encore dans l'ombre, mais le soleil, près de se lever, éclairait les mélèzes qui le couronnent ; ces arbres paraissaient lumineux, comme s'ils eussent été formés de filigrane ; c'est un phénomène de dispersion de la lumière que M. Necker de Saussure a le premier signalé dans une lettre à sir David Brewster (4). La forêt du Montanvert se compose de sapins et de mélèzes ; je constatai que le phénomène était plus brillant sur les mélèzes, dont les feuilles sont plus fines et plus minces. Les arbres, élevés de 200 à 300 mètres au-dessus de ma tête, présentèrent le phénomène dans tout son éclat ; mais il était encore visible sur des pieds distants de 50 mètres seulement. La fumée de charbonniers qui brûlaient du bois sur la montagne, s'élevait en jets blancs, mais moins éclatants que les sapins. Je revis le phénomène dans tout son éclat, le 22 octobre, en traversant le Simplon. Il était deux heures et demie de l'après-midi ; le soleil se cachait derrière la pointe septentrionale du Fletschhorn (4041 mètres). Le vent enlevait de la cime des tourbillons de neige qui, éclairés par le soleil, semblaient une poussière d'argent lancée dans les airs et disparaissant à une certaine hauteur ; chaque flocon de neige brillait comme une étincelle. Le village de Simplon étant à 1480 mètres au-dessus de la mer, on voit que le phénomène se produit égale-

(4) Tyndall, *The glaciers of the Alps*, 1860, p. 178.

ment avec une différence de niveau de 2500 mètres et à une distance de plusieurs kilomètres.

Revenons à nos glaciers. Parti à midi de l'hôtel du Montanvert, je traversai rapidement les *Ponts* pour descendre sur l'ancienne moraine latérale gauche, correspondant à la plus grande épaisseur que le glacier ait atteinte dans la période actuelle. Des herbes et des arbustes la recouvrent en partie, et, à 600 mètres environ de l'hôtel, près d'un énorme bloc anguleux, portant à sa partie supérieure une cuvette naturelle remplie d'eau, je reconnus que la surface actuelle du glacier était à environ 25 mètres au-dessous de ce bloc, et par conséquent de l'ancienne moraine *maxima* qui le supporte. Le rocher de l'*Angle* (1) était poli et strié sur une hauteur de 20 mètres environ. Les stries ascendantes formaient avec l'horizontale un angle de 20°. Je n'avais jamais vu les surfaces polies de ce rocher découvertes sur une aussi grande hauteur; il prouvait, comme l'ancienne moraine sur laquelle j'avais marché, que le niveau de la mer de glace s'était abaissé de 20 à 25 mètres environ au-dessous du niveau *maximum* indiqué par la hauteur de l'ancienne moraine et la limite supérieure des stries sur le rocher. Ainsi donc, si l'extrémité inférieure du glacier avait reculé de 188 mètres, son épaisseur avait diminué de 20 mètres au moins à la hauteur de 1960 mètres au-dessus de la mer, où je me trouvais alors.

A partir du rocher de l'Angle, je mis le pied sur la glace, que je ne quittai plus. J'avançai ainsi jusqu'au point où le glacier de Talèfre se jette dans la mer de glace, dont il est le plus puissant affluent. Les touristes qui se rendent au *Jardin*, îlot riche en plantes alpines, situé au milieu de ce glacier, quittaient jadis dans ce point la mer de glace pour monter sur le *Couvercle*, base de l'aiguille du *Moine*, et éviter ainsi les crevasses du glacier de Talèfre; maintenant ce trajet est impossible; il faudrait une échelle de 25 mètres de haut pour s'élever du glacier sur le *Couvercle*, nouvelle preuve de l'abaissement ou, pour employer l'expression consacrée, de l'*ablation* de la mer de glace à son confluent avec le glacier de Talèfre. Pour atteindre le *Jardin* (2), on est obligé de faire un grand détour en passant près du bloc erratique appelé la *Pierre de Béranger*, et en traversant ensuite le glacier de Talèfre à la hauteur de 2670 mètres au-dessus de la mer.

(1) Voyez pour toute l'ascension la carte du capitaine Mieullet, 1865, à l'échelle de 1/40000.

(2) Voyez, sur cette localité, *Du Spitzberg au Sahara*, p. 92.

Après avoir reconnu le Couvercle, je me dirigeai vers le promontoire du Tacul, qui sépare le glacier du Géant de celui de Leschaux. Le lac du Tacul, dont parle déjà de Saussure (1), et qui est encore figuré sur la carte de M. Forbes, publiée en 1842, et celle du capitaine Mieullet, portant la date de 1865, n'existait plus, et sa disparition est peut-être une conséquence de l'ablation extraordinaire du glacier, car la fonte des neiges et des glaces fournissait assez d'eau pour le remplir. Je traversai la moraine latérale droite du glacier du Géant et m'élevai sur le contre-fort occidental de la montagne du Tacul, pour aller coucher sous un gros bloc connu sous le nom de *pierre de Tacul*, qui sert d'abri aux chasseurs de chamois et aux chercheurs de cristaux. C'est un bloc de protogine, couvert de noirs lichens, qui s'est arrêté à mi-côte de la montagne et surplombe assez pour que trois hommes puissent se loger dessous; un mur en pierres sèches complète ce logement. Cette pierre se trouve à 400 mètres au-dessus du glacier et à 2400 mètres environ au-dessus de la mer. Le sol environnant est criblé de trous de marmottes et la végétation est celle qu'on observe à ces hauteurs : quelques pieds de *Rhododendron ferrugineum*, puis *Chamæledon procumbens*, *Salix herbacea*, *Vaccinium myrtillus* rabougri, *Phyteuma hæmisphericum*, *Saxifraga bryoides*, *Silene acaulis*, *Senecio incanus*, *Cnicus spinosissimus*, *Alchemilla fissa*, *Gentiana nivalis*, *Juncus triglumis*, etc.

Peu de points sont situés plus favorablement pour embrasser l'ensemble de la mer de glace et de ses affluents. On découvre le mont Mallet, l'aiguille du Géant, l'aiguille et le glacier de la Noire, la Vierge, le Flambeau, le grand Rognon, l'aiguille de Blaitière, le Moine, l'aiguille Verte, les Droites et les Courtes qui dominent le Jardin. Le glacier du Géant est sous les pieds du spectateur; il n'a point de moraine médiane et les couches paraboliques (*dirt-bands*) de la glace se dessinent admirablement entre les moraines latérales. Celles-ci sont au nombre de cinq à la pointe du Tacul, sur la rive droite du glacier. Quatre sont des moraines latérales formées par les éboulements des montagnes de la rive droite du glacier du Géant. La cinquième est la moraine latérale gauche du glacier de Leschaux, qui se réunit aux quatre autres, et devient ainsi une des moraines latérales droites du glacier principal.

De nouvelles preuves du retrait des glaciers se révélaient à moi.

(1) *Voyages dans les Alpes*, § 2027.

L'aiguille de *Blaitière* est en face de Tacul. De petits glaciers de second ordre descendent de cette aiguille, mais n'atteignent pas le glacier du Géant, au-dessus duquel ils restent suspendus. On les nomme glaciers d'*envers de Blaitière*. Entre ces glaciers et la surface de celui du Géant on aperçoit une bande gazonnée d'un vert jaunâtre, large de 30 mètres environ. Au-dessus et au-dessous de cette bande, l'abrupt est poli, strié, dépourvu de toute saillie et de toute végétation. Cette bande gazonnée où la terre végétale est restée prouve qu'à une certaine époque le glacier du Géant s'était élevé jusqu'à son bord inférieur, tandis que les glaciers d'*envers de Blaitière* descendaient jusqu'au bord supérieur. Elle-même n'a jamais été envahie par la glace. Cette bande nous montre donc quel a été l'écartement *minimum* du grand glacier et de ses satellites à l'époque de leur *maximum* de puissance et d'extension dans la période actuelle. Maintenant, au contraire, l'écart vertical entre la surface des glaciers du Géant et l'extrémité inférieure des glaciers suspendus est de 150 mètres environ. La bande verte est plus rapprochée de la surface du glacier du Géant que de l'escarpement des glaciers d'*envers de Blaitière*, car ceux-ci, alimentés par de petits bassins de réception, ont reculé encore plus que le glacier du Géant ne s'est abaissé. Du haut de mon observatoire j'avais donc sous les yeux les parois d'une vallée usée, aplanie, frottée et striée par le glacier du Géant et ses affluents. L'abaissement de la surface et le retrait des petits glaciers satellites me permettaient de voir ces parois à nu. Involontairement mon souvenir me reportait aux grandes vallées des Alpes qui pendant la période glaciaire étaient occupées par des glaciers comme la vallée du Géant l'est actuellement. Leurs contre-forts sont également unis, usés, nivelés ; pas un rocher en saillie. Tout est uniformément aplani. C'est le caractère général de ces vallées. Mais je citerai comme des points où cet aplanissement est le plus frappant, dans le Valais : la rive gauche de la Dranse, en amont de Martigny, et celle du Rhône, en aval de cette ville, puis les parois qui dominent la rive droite du même fleuve, entre l'entrée du Loetsch-Thal et le village de Raron, dans la vallée de Domo-d'Ossola les escarpements de la rive gauche de la Tocca entre Vogogna et Ornavasco.

Je passai une bonne nuit sur mon lit de rhododendrons. Le froid était très-supportable, puisqu'à 4 heures 45 minutes du matin le thermomètre marquait 7°,5. Nous partîmes à 5 heures et trouvâmes les flaques d'eau gelées sur le glacier, effet dû au rayonnement de la glace et de l'eau dont la température s'était

abaissée au-dessous de zéro. Nous suivions la moraine formée par les éboulements de l'aiguille de la Noire, dont la roche se distingue par son mica noir, ses grands cristaux de feldspath blancs et sa structure schisteuse ; s'ébouyant facilement, elle alimente une énorme moraine que l'on suit jusque sur la mer de glace. Au pied de cette aiguille il y a évidemment dans la vallée du Géant une de ces dénivellations subites qui se remarquent à tous les rétrécissements des vallées alpines. Les cascades sont dans les défilés, c'est une loi qui ne souffre guère d'exception. Ici il n'y a point de torrent, mais un glacier, et c'est le glacier qui fait cascade, c'est-à-dire se divise, se déchire transversalement pour se recoller ensuite par un effet de la pression quand la pente est moins forte et le fond plus uni. En juin, avant la fonte des neiges de l'hiver à la surface du glacier, on aurait pu passer sur les ponts qui recouvrent ces crevasses en suivant la rive gauche du glacier ; mais au commencement de septembre c'était impossible, d'autant plus que la quantité de neige tombée a été minime pendant les derniers hivers. Aussi toutes les crevasses, toutes les fentes étaient-elles béantes, et il fallut gagner les bases de l'aiguille Noire en descendant dans ces crevasses et en circulant sur les arêtes intermédiaires. Au pied de l'aiguille nous nous trouvâmes en présence d'un escarpement de roche polie, et sans les points d'appui que nous offraient les tranches des feuillet brisés nous n'aurions pu nous élever sur les bases de l'aiguille. Nous mesurions l'intervalle considérable qui séparait la glace du rocher qu'elle touchait à l'époque où elle arrondissait sa base et striait ses surfaces polies et usées. Le glacier béant était à 100 mètres au-dessous d'une paroi verticale parfaitement unie, et nous avions à redouter les avalanches de pierres qui descendent habituellement des flancs de l'aiguille Noire. Ce trajet fut donc pénible et dangereux ; nous dûmes remonter très-haut sur les flancs de l'aiguille Noire pour dépasser le niveau de la surface polie. En quittant le rocher nous nous trouvâmes encore au milieu des *séracs* ; nous descendions dans les petites vallées de glace et remontions sur les arêtes qui les séparaient. Couttet taillait des pas avec la hache, tandis que Simond cherchait les passages les moins difficiles. A 9 heures 1/2 nous étions sur un névé peu crevassé, et des pentes douces se succédaient jusqu'au haut du col du Géant, mais plusieurs fois la neige avait manqué sous nos pas ; le glacier était traversé par des *rimays* souvent larges et béantes, mais souvent aussi plus étroites et recouvertes d'une couche de névé d'une faible épaisseur. Nous

nous attachâmes à une corde, car les pentes n'excédaient pas 20°, et la chute de l'un d'entre nous dans une crevasse n'aurait pas entraîné celle des autres comme dans le funeste accident du mont Cervin. A notre droite s'élevaient comme des écueils au milieu de la mer les rochers isolés appelés les *Rognous* et la *Vierge*. Nul doute qu'ils ne dépassent la surface de la glace beaucoup plus qu'il y a une dizaine d'années, car le névé fond et s'évapore même à ces hauteurs. D'immenses champs de neige s'étendaient jusqu'aux bases de l'aiguille du Midi, du mont Blanc, du Tacul et du mont Maudit. Nous apercevions la longue silhouette du col du Géant, dominée par les Aiguilles marbrées, et à 11 heures 35 minutes nous étions sur les rochers où de Saussure, en 1788, passa seize jours, à 3362 mètres au-dessus de la mer. De légères vapeurs s'élevaient du côté de l'Italie, mais dans les éclaircies je pus jouir de l'admirable spectacle qui attend le voyageur après cette pénible ascension. Là encore j'eus une preuve du retrait considérable des glaciers du mont Blanc; celui de la Brenva que je voyais sous mes pieds est le pendant exact des Bossons qui descend sur l'autre versant; comme lui il s'avance au milieu des bois et des champs cultivés. Je voyais son extrémité inférieure s'allonger dans le val Veni sur la rive gauche de la Doria-Baltea. Le torrent occupe seul le thalweg de la vallée et se fraye un passage entre la moraine du glacier et le contre-fort de la vallée sur lequel passe le chemin du col de la Seigne à Courmayeur et qui porte la chapelle de Notre-Dame de Guérison. Les roches polies et striées, les blocs erratiques qui l'entourent montrent qu'à l'époque de sa plus grande extension ce glacier venait buter contre ce contre-fort de la montagne. Dans les temps historiques il a toujours laissé un libre passage au torrent qui descend du lac Combal. Quand je le vis pour la dernière fois en 1844, il accompagnait jusqu'au bout sa grande moraine latérale droite couverte de mélèzes et figurée déjà par de Saussure (1) en 1781. Mon ami Bartolomeo Gastaldi (2) l'a revu dans le même état en 1852. Du haut du col du Géant je constatai que le glacier de la Brenva avait énormément reculé, et j'estimai son retrait à 300 mètres environ. Une grande surface caillouteuse, extrémité de la moraine profonde, s'étendait en avant de l'escarpement terminal du glacier, et la moraine latérale droite dépassait cet escarpement et s'avancéait semblable à un éperon le long de la Doire-Baltée.

(1) *Voyage dans les Alpes*, in-4, t. IV, pl. III.

(2) *Appunti sulla geologia del Piemonte*, pl. V.

Je remarquai aussi que les abrupts presque verticaux du mont Maudit et du mont Blanc étaient complètement dépourvus de neige sur une hauteur qui n'est pas moindre de 1400 mètres. Les observateurs futurs pourront constater s'il en est de même après les hivers où il tombe beaucoup de neige dans les Alpes.

Je quittai le col à 1 heure 30 minutes, après m'être assuré que la température de l'air était à 4°,4, température très-supportable à cause de l'absence du vent et des brumes légères qui nous enveloppaient à chaque instant. A 8 heures et demie du soir j'étais de retour à l'hôtel du Montanvert, satisfait d'avoir constaté dans les hautes régions l'ablation et le retrait si visibles sur l'extrémité inférieure des glaciers du mont Blanc. J'étais heureux d'avoir visité le col où de Saussure séjourna en 1788, et je me félicitais d'avoir réussi aux approches de la vieillesse dans une ascension qui me rappelait celles que je faisais il y a vingt ans sans me fatiguer autant, mais sans jouir davantage de ces aspects sublimes et pleins d'enseignements qu'on voudrait revoir sans cesse quand on en a compris une fois le charme intime et l'incomparable grandeur.

Note sur les traces et les terrains glaciaires aux environs de Baveno, sur le lac Majeur; par M. Charles Martins.

L'immense glacier qui remplissait jadis la vallée de Domo-d'Ossola se composait de tous les affluents des Alpes pennines compris entre le mont Rose, le Simplon et le Grics (1). Ces affluents descendaient par les vallées latérales d'Anzasca, d'Antrona, de Bugnanco, de Vedro, dans la vallée principale; par celles de Devera et de Vigizzo, dans le val Formazza, qui en est le prolongement en ligne droite vers le nord. La Tocce les parcourt l'une et l'autre avant de se jeter dans le lac Majeur. C'est à Vogogna, en aval de Domo-d'Ossola, que le dernier et le plus puissant des affluents, celui du val Anzasca, descendant de la partie orientale du mont Rose, se réunissait au glacier de la Tocce, comme nous l'appellerons désormais. Entre Vogogna et Ornavasco, on est frappé de l'abrasion de la grande paroi qui forme l'escarpement latéral gauche de la vallée. Pas une saillie, pas une crête n'a échappé à l'usure produite par l'immense laminoir qui le polissait. En arrivant au lac Majeur par le golfe de

(1) Voyez la feuille XVI de la carte de l'état-major piémontais.

Baveno, le glacier rencontrait la montagne granitique d'Orfano (1), isolée comme une borne gigantesque entre le lac Mergozzo et le golfe dont nous avons parlé. Placée au milieu de la vallée et formant un obstacle à la marche du glacier, celui-ci l'a moutonnée sur toute sa surface, et les stries dont ses surfaces polies sont couvertes prouvent assez que ces formes arrondies ne sont pas dues à une structure écaillée du granite (*Schaalen granit* de de Buch). Les immenses carrières de granite blanc, ouvertes dans les flancs du *monte Orfano*, les pilastres, les colonnes, les entablements souvent de 10 mètres de long qu'on en tire journellement, montrent que la masse entière compacte et homogène dans toutes ses parties n'a pas la fracture écaillée que le célèbre géologue attribuait à tous les granites qui présentent une surface moutonnée. Ces formes sont l'œuvre du glacier. En arrivant au lac, on les retrouve sur le *monte Castello*, qui domine Feriolo; sur le *monte Zucchero*, où l'on exploite le granite rose de Baveno; sur la montagne qui s'élève au-dessus du canal de communication, entre le golfe de Baveno et le lac Mergozzo; sur le *monte Rosso*, au pied duquel est situé le village de Suna, et enfin, sur le promontoire qui sépare les villes d'Intra et de Pallanza. Non-seulement ces montagnes sont moutonnées, mais leur forme générale est celle que les glaciers impriment aux protubérances sur lesquels ils passent; le côté en amont est à pente douce, le sommet arrondi, la partie en aval plus abrupte: c'est la *Stoss* et la *lee Seite* des géologues scandinaves.

Le Promontoire dont nous avons parlé, véritable *Abschwung* placé entre les deux grands glaciers qui descendaient par la vallée Levantine et celle de Domo-d'Ossola, offre un grand escarpement de micaschiste vers le nord-est, du côté du lac. La pente douce qui descend vers le nord est une ancienne moraine couverte de gros blocs erratiques mise à nu du côté de l'est, derrière l'établissement horticole des frères Rovelli.

Les autres preuves du passage du glacier ne nous feront pas défaut. Un chemin débouchant entre Feriolo et Baveno, sur la route du Simplon et aboutissant à la *masseria Righetti*, sert à transporter les blocs de granite rose des deux carrières au lac; ce chemin est entièrement creusé dans une ancienne moraine. De gros blocs erratiques de granite blanc et rose, de micaschiste, de quartz, de serpentine et de diorite, gisent de tous les côtés,

(1) Voyez la feuille XXIV de la carte de l'état-major piémontais.

et l'on voit enchâssés dans la boue glaciaire des fragments de toutes grosseurs de ces roches présentant ces formes usées et imparfaitement arrondies qui caractérisent les cailloux glaciaires. Ceux de serpentine sont souvent manifestement rayés. En levant les yeux, on voit que ce torrent de *Selva Spesse di Baveno*, qui débouche dans le lac à Oltre-Fiume, a creusé son lit dans un terrain morainique, dont les lambeaux déchirés sont visibles depuis la route. Si l'on suit le sentier qui mène directement de Baveno aux carrières, on traverse une surface de micaschiste polie et striée dans le sens de la marche du glacier, rappelant, sauf les dimensions, le célèbre *Hellenplatte* de la Grimsel. Elle est à 100 mètres environ sur le lac et correspond aux belles surfaces polies que l'on observe sur la rive orientale, aux environs du village de Fundo-Tocce. Tous ces faits, j'ai eu le plaisir de les constater avec mon ami et ancien collaborateur le professeur Bartolomeo Gastaldi, de Turin. Continuant notre route sur Stresa, nous reconnûmes que partout les hauteurs étaient semées de nombreux blocs erratiques, d'une composition semblable à celle des blocs de l'ancienne moraine de Baveno. Il en est un qui, vu sa situation à une demi-heure de Stresa et ses énormes dimensions, mérite d'être signalé aux géologues et même aux gens du monde qui s'intéressent tant soit peu aux phénomènes de la nature. Il est suspendu sur une pente très-inclinée au-dessus de la branche orientale d'un petit torrent appelé Fiumetto, qui débouche dans le lac à Stresa, en amont du palais de la duchesse de Gênes. Sa hauteur au-dessus du lac est de 60 mètres environ, et sa masse noire est en partie cachée par le feuillage des châtaigniers qui l'entourent et la végétation qui s'est établie sur sa surface supérieure. Il repose sur du micaschiste et lui-même est formé de schiste serpentineux compacte. Le plus grand diamètre de la face supérieure est de 14^m,50. Sa hauteur est de 10 mètres. Sa face inférieure surplombe la pente de la montagne et fait une saillie de 8^m,30, dont la largeur est de 10^m,70. On a utilisé cette saillie en construisant autour un mur en pierres sèches pour en faire un réduit où l'on conserve des fagots. Nous ne croyons pas pouvoir estimer le volume de ce bloc à moins de 1500 mètres cubes, ce qui le place au nombre des plus gros qui aient été signalés.

Quelle est la limite supérieure de ces blocs erratiques? Des bords du lac on voit déjà des lambeaux d'ancienne moraine près de la crête visible de ce point; mais une ascension au *Motterone* ou *Margozzolo*, dont le sommet s'élève à 1491 mètres au-dessus de la mer et à 1281 mètres au-dessus du lac Majeur, permet de

fixer leur limite extrême. Ils dépassent l'*alpe del Girardino*, mais n'atteignent pas la chapelle de Sainte-Euphrasie et encore moins l'*alpe della Chiesa*. Je ne crois donc pas m'éloigner beaucoup de la vérité en fixant leur limite extrême à 850 mètres au-dessus du lac. Jusqu'à cette hauteur, on trouve non-seulement des blocs innombrables et de toute grosseur, mais encore du véritable terrain morainique, savoir : un mélange de boue, de sable et de fragments de grosseur et de nature très-diverses. A l'époque de sa plus grande extension, lorsque, réuni au promontoire de Palanza avec l'affluent du Tessin, il poussait ses dernières moraines jusqu'aux environs de Somma et de Sesto-Calende, le glacier du lac Majeur avait donc au niveau des îles Borromées une puissance de 850 mètres.

En effet, il est facile de démontrer que le glacier du lac Majeur a réellement passé sur le milieu du lac. Pour m'en assurer, j'ai examiné, avec mon ami le professeur Gastaldi, les rochers des îles Borromées. Ce sont des couches de micasciste inclinées vers le sud. Malheureusement, elles sont en grande partie couvertes de constructions; mais, partout où elles sont à nu, elles présentent des preuves d'abrasion. Ainsi, sur la pointe méridionale de l'*isola dei Pescatori*, sous les arcades tapissées de *Bignonia radicans* et de lierre sur le bord occidental de l'*isola Bella*, on reconnaît la forme générale des micascistes que les glaciers ont moutonnés. Mais c'est surtout à la pointe N. O. de l'*isola Madre*, près d'une tour en briques, qu'on voit des surfaces nivelées et intactes sous le gazon qui les recouvre, et, pour achever la démonstration, de gros blocs erratiques de diorite, de granite et d'amphibolite gisent autour sur le rivage. A l'extrémité septentrionale du lac, près de Locarno, les petites îles *dei Conigli* et de *San Pancrazio*, qui ne portent chacune qu'une seule construction, sont clairement moutonnées sur toute leur longueur et arrondies dans le sens de la marche du glacier du Tessin. Nous avons donc la preuve matérielle que le glacier a passé sur le lac et que son fond a nivelé la surface de ces îles.

Maintenant, si l'on me demande comment le glacier se comportait vis-à-vis de ce lac, s'il remplissait tout le creux ou passait au-dessus, je ne saurais, dans l'état actuel de nos connaissances, me faire une juste idée des relations mutuelles du lac et du glacier. Malgré les observations de MM. de Mortillet, B. Gastaldi, Desor, Ramsay, Favre, Zollikofer, Omboni et Enrico Paglia, les éléments rassemblés par ces auteurs ne me paraissent pas suffisants pour résoudre le problème et entraîner la conviction des géologues.

Les études sur les terrains de transport et l'ancienne extension des glaciers datent d'hier; comment s'étonner qu'une foule de difficultés soient encore insolubles? Comment s'étonner que des faits restent sans explication et des objections sans réponse? L'avenir éclaircira tous ces doutes et le passage des anciens glaciers dans les vallées occupées par des lacs sera aussi évident que le fait même de leur ancienne extension l'est actuellement aux yeux de tous les savants contemporains.

La dernière communication (de M. Martins) en amène une de M. Dausse, communication déjà faite, par occasion aussi, mais plus brièvement, à la Société helvétique des sciences naturelles, à Genève, le 22 août dernier. Voici le résumé de M. Dausse :

Toute plaine alluviale résulte d'un barrage liquide ou solide qui la terminait lors de sa formation.

Je suppose d'abord le barrage liquide. Il s'agit, par exemple, du Léman arrêtant le Rhône ou la Dranse. Le cours d'eau apporte sans cesse, surtout dans ses crues, du caillou, du gravier, du sable, du limon, des débris végétaux. En amont du lac, il nivelle tout cela en le déposant, et la plaine ainsi formée se dilate, s'élève, s'allonge peu à peu aux dépens du lac. Telle est l'alluvion ordinaire, présentant, en somme, des couches parallèles superposées et aussi peu déclives que le cours d'eau qui les a formées.

Mais, à la rencontre du lac, le phénomène change brusquement. Là, l'apport de l'affluent, arc-bouté par l'eau du lac, se dépose et progresse toujours en talus roide, le long duquel talus les apports successifs, les plus lourds du moins (1), coulent ou roulent d'abord au plus bas dans le lac, puis s'arrêtant et s'appuyant les uns sur les autres, complètent de bas en haut l'enveloppe du talus précédent et forment ainsi des couches parallèles de la forte inclinaison du talus.

Il va sans dire que les accidents ne manquent pas. Les principaux viennent de ce que le cours d'eau, quand il a poussé en avant son *delta* dans une direction, retombe forcément à droite ou à gauche (2); en sorte que la ligne continuellement va-

(1) Les apports les plus ténus et les plus légers, à proportion que le lac est moins en repos, vont se déposer plus loin sur son fond en minces couches de niveau.

(2) Une autre sorte d'accident tient au tassement des dépôts. De là,
Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

riable qui termine ce *delta* à fleur du lac, présente nombre de saillies contiguës, grandes, petites, et toutes ensemble formant une saillie considérable proportionnée à l'importance du cours d'eau et à l'abondance de ses apports. Il est surtout remarquable que cette ligne bouclée et variable qui termine le *delta* soit, en effet, toujours à fleur du lac, et par conséquent toujours horizontale et apparente ; c'est l'arête fort nette qui résulte du brusque passage des dépôts presque de niveau aux dépôts en talus roide, et c'est ainsi un repère naturel du niveau du lac.

Vienne donc, par une cause quelconque, l'abaissement, la débâcle du lac, l'arête dont il s'agit, c'est-à-dire le bord de la terrasse que présentera dès lors le *delta* précédemment formé, rappellera, signalera, précisera l'ancien niveau du lac.

Il est vrai qu'aussitôt le cours d'eau, suspendu sur la terrasse, s'y creuse violemment un sillon, lequel progresse au rebours du courant, creusement qui continue, avec une activité décroissante, jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre entre la résistance du lit encaissé et la force érosive se soit établi. Mais, à droite et à gauche de la gorge ou vallée que le cours d'eau s'ouvre ainsi dans son ancien dépôt, quelque lambeau de l'arête ou bord de la terrasse émergée se maintient souvent, et suffit alors pour attester et conserver l'ancien niveau du lac.

Aussi, quand on cherche bien vers l'issue de tous les affluents notables des lacs Alpins, en Suisse, en Savoie, en Italie, trouve-t-on, en effet, presque toujours quelques-uns de ces lambeaux, précieux et irrécusables témoins trop peu considérés jusqu'ici.

On en trouve même d'ordinaire à plusieurs étages, parfois rapprochés, parfois écartés, et chacun d'eux dit quelque chose du grand phénomène hydraulique que j'ai en vue. Les arêtes qui terminent de vastes terrasses correspondent à des niveaux très-persistants du lac, celles des terrasses moindres, à des niveaux moins persistants. Conséquemment l'arête qui termine la magnifique terrasse de Thonon atteste à coup sûr que le Léman a été longtemps plus haut qu'aujourd'hui d'environ 40 mètres.

Si l'on en doutait, il n'y aurait qu'à examiner les déblais faits récemment dans les talus de la terrasse : au levant de la ville, pour agrandir le port ; au couchant, pour ouvrir une route descendant à ce port. L'inclinaison des couches de l'alluvion viendrait littéralement doubler la démonstration.

de temps à autre, des affaissements et des glissements occasionnant autant de fois certaines seiches dans le lac.

Quelque élémentaire que soit cette théorie, le géologue, jusqu'à elle, aurait pu attribuer l'inclinaison des couches alluviales dont il s'agit à un soulèvement, et l'on voit à présent quelle serait son erreur. Mais est-il possible qu'une chose aussi simple, et qui a bien son intérêt, ne soit, que je sache, écrite nulle part, dans de Saussure nommément? On sait avec quel soin pourtant il s'est occupé du lac de Genève, entre autres, et de ses alentours. Il a même parlé avec détail du progrès du *delta* du Rhône dans ce lac (*Voyages*, § 11). Il a de plus prouvé l'abaissement de ce même lac par la considération surtout d'un certain sillon buriné, 20 pieds au-dessus des plus hautes eaux du Rhône actuel, sur la paroi presque à pic d'un roc calcaire qui se dresse entre Collonge et le Fort-l'Écluse (*Voyages*, § 213). Toutefois, ayant noté et expliqué comme il l'a fait, que les sillons de ce genre, qu'il a beaucoup recherchés, n'ont guère pu se conserver bien distincts, s'il avait pris garde au témoignage offert par la terrasse de Thonon, vraisemblablement il l'aurait dit au même endroit, sans manquer même de reconnaître, avec sa largeur ordinaire, que cette terrasse, quoique intrinsèquement peu résistante, n'en constitue pas moins, par sa masse et par la ténuité même de ses éléments, un monument beaucoup plus durable que n'importe quels sillons tracés par les courants d'eau.

Mais cette lacune que j'ose accuser, près d'un siècle après lui, dans un observateur aussi habile et aussi pénétrant que de Saussure, un modeste habitant d'Omegna, Antonio Nobili, devait la combler avant moi. Un jour, en effet, en se baignant dans le lac d'Orta, à l'embouchure d'un affluent, Nobili s'aperçut que le *delta* de cet affluent présentait brusquement de tous côtés vers le lac un talus roide, et il eut la sagacité d'en conclure que le lac affleurerait jadis la belle terrasse, appelée l'*Alto-piano*, qui domine Omegna de plus de 70 mètres (1), par la raison que cette terrasse alluviale présente au lac, elle aussi, un talus roide, couronné par une arête de niveau fort bien conservée. J'ai déjà conté cela, et avec plus de détails, dans une autre occasion, à la Société géologique, ajoutant que, sous l'inspiration de Nobili, un éminent ingénieur, le commandeur Negretti, trouva ensuite un lambeau d'un autre *Alto-piano* contre le haut versant qui sépare les deux torrents débouchant dans le lac Majeur à Intra, et que le baromètre lui apprit que cet autre *Alto-piano* avait précisément l'alti-

(1) On sait qu'Omegna est à l'issue du lac d'Orta, peu au-dessus de ses plus hautes eaux.

tude de celui d'Omegna; d'où suit cette importante conséquence, qui va bien à mon sujet, à savoir que le lac Majeur a été plus haut qu'aujourd'hui d'environ 250 mètres, et s'étendait alors sur les lacs de Varèze et de Lugano, comme sur celui d'Orta, et sur tous les versants inférieurs de ces divers lacs. Mais ici, dois-je ajouter, la preuve résultant de l'inclinaison des couches alluviales des talus est restée cachée, la bonne fortune qui m'est échue ailleurs, de fraîches et larges entailles à ces talus lacustres, ayant fait défaut.

Revenant au Léman, je dirai quelques mots des derniers versants de la Veveyse, qui débouche à Vevey, comme son nom l'indique. Dans Vevey même, les déblais faits pour l'établissement du chemin de fer montraient à découvert, avant qu'on les eût gazonnées, des couches alluviales très-inclinées, toutes pareilles à celles de Thonon. Encore aujourd'hui, en remontant la vallée, on rencontre, à droite et à gauche du torrent, plusieurs terrasses, dont la plus élevée est à une grande hauteur au-dessus du lac actuel. Et si l'on cherche quel barrage solide a pu donner lieu à sa formation, on ne trouve rien. De là donc l'idée que, pour cette terrasse aussi, le barrage a dû être le lac, qui, à cette altitude, ne faisait qu'un avec plusieurs autres, subsistants ou écoulés.

Passant à Thonon, et en parcourant les abords, à partir de la Dranse, on voit des degrés dans le sol et certains accidents de forme très-dignes d'attention. Sans entrer non plus ici dans le détail des faits, ce que cette simple note toute d'occasion ne comporte pas, je crois pouvoir avancer que les circonstances dont il s'agit et leurs analogues qui se rencontrent pareillement dans les vallées des autres affluents du Léman et des affluents de tous les lacs alpins, indiquent que les débâcles de ces lacs, comme on pouvait le prévoir, se sont répétées, et que pour la plupart elles ne se sont pas faites d'un seul coup. Le gros de l'obstacle est parti d'abord, les restes ont plus ou moins tardé, et ce n'est qu'au bout d'un certain laps de temps qu'une résistance à peu près fixe du nouveau lit de l'émissaire a ramené le lac abaissé à un nouvel état stable.

C'est assez faire entendre, je suppose, et c'est ici mon principal dessein, que l'histoire de l'abaissement des lacs est écrite, avec plus de détail et de précision que nulle autre part, dans les arêtes et les divers accidents que nous offrent les lambeaux de terrasses dont je me permets par ce motif de recommander la recherche et l'étude.

Pour aider à croire à de grands abaissements du Léman, je

pourrais invoquer les blocs erratiques qui tracent sur les hauts versants d'alentour, à une énorme altitude (de près de 1200 mètres), un niveau et non pas une pente. Mais cela m'amènerait aux quelques points que j'ai touchés de la grande question glaciaire, ce qu'il convient de renvoyer à une note spéciale.

Au surplus, on peut bien dire, je crois, et tel sera ici mon dernier mot sur le sujet que je viens d'aborder : que l'abaissement des lacs est un fait général ; que plus ancienne est l'émergence d'un continent, plus la grande opération naturelle dont il s'agit est avancée, et plus ses vestiges sont effacés ou voilés, les plus anciens surtout ; enfin que, au contraire, moins un continent est de vieille date, et moins conséquemment sa surface a été modifiée par les agents atmosphériques et par la main de l'homme, plus les traces du phénomène sont nombreuses, marquées, parlantes, conclusion que semblent confirmer on ne peut mieux les derniers voyages faits au cœur de l'Afrique.

Ce que je viens de dire des barrages liquides s'appliquant en partie aux barrages solides, je serai très-court sur le compte de ces derniers. Je considérerai seulement la petite terrasse des Chères, entre deux Giffres, près de Sixt, en amont de l'étroite fente, expressivement nommée *Tine*, au fond de laquelle le torrent réuni coule aujourd'hui. La vue des lieux donne tout de suite à penser que, là, ce n'est point la débâcle d'un lac qui a abaissé le cours du Giffre, mais la commotion souterraine qui a produit la fente, en rompant la roche ; en d'autres termes, que l'époque de la formation de la terrasse a été close par cette commotion. Telle est, je suppose, la cause décisive du relief actuel du sol alluvial en amont de la fente, tel le rapport chronologique de la fin du petit dépôt sédimentaire régulier des Chères, à un certain cataclysme.

Je m'arrête ici. Toute une branche de la science orographique, au sujet de laquelle, à un autre propos, j'ai déjà eu l'honneur de lire une note à la Société géologique (le 19 décembre 1864), se rattache évidemment à cet aperçu.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Ébray :

Réponse à l'observation de M. Gruner sur ma note intitulée : Sur une conséquence de la verticalité des filons ; par Th. Ébray.

Je rappelle que dans la note précitée j'insiste sur la nécessité d'étudier l'inclinaison des filons pour déterminer l'époque des

bouleversements qui ont affecté la roche encaissante, et que je m'appuie sur l'existence de nombreux filons verticaux traversant les roches anciennes de certaines contrées montagneuses pour mettre en doute la validité de la théorie des soulèvements.

M. Gruner répond :

1^o *Qu'il est bien vrai que les filons peuvent être déviés de leur verticalité par les soulèvements, mais aussi les exemples de ce fait ne manquent pas dans les Alpes.*

Comme il est hors de doute pour tout le monde que les Alpes résultent de dislocations récentes, l'observation de M. Gruner ne me paraît pas avoir de portée. Au surplus, le phénomène du filon de l'Argentière encaissé dans des quartzites verticaux concorde parfaitement avec ce que j'ai dit.

2^o *Que les lignes de dislocation rapportées dans le Roannais au système du Morvan sont surtout des failles, et qu'à ces failles correspondent les principaux filons quartzo-barytiques de la contrée.*

Admettons que ceci soit vrai pour certains filons, il n'en reste pas moins certain qu'il n'existe pas de failles du système du Morvan au nord et à l'est de Tarare où l'on trouve (*Carte orographique du Forez, in Description géologique du département de la Loire, par M. Gruner*) des lignes vertes indiquant la présence de ce système. Comme les filons de minette sont restés voisins de la verticale, j'ai conclu et je conclus encore que ces contrées n'ont pas été affectées par le soulèvement du Morvan. On sait que la minette est une roche antérieure au système en question.

3^o *Que si la plupart des filons antérieurs de porphyre et de quartz sont encore aujourd'hui fortement inclinés, il n'y a rien là d'anormal, puisque les assises du grès à anthracite, quoique affectées par les fractures N.-O., S.-E. ont assez rarement une bien forte pente.*

D'abord je ferai observer que, si les grès à anthracite n'ont pas une pente bien forte, il y a là une raison naturelle pour trouver dans cette roche encaissante des filons voisins de la verticale (ce qui existe réellement).

D'un autre côté, il suffit de lire ma note pour se convaincre que je prétends, au contraire, que la plupart des filons de porphyre sont verticaux, ce qui correspond d'ailleurs avec les coupes qui accompagnent la *Description géologique de la Loire*, et je m'appuie précisément sur ce fait assez général pour soutenir qu'il n'est pas vrai que les terrains sillonnés par ces filons verticaux aient été bouleversés par des dislocations postérieures à la sortie

de cette roche éruptive, fait qui existerait cependant en consultant la carte et les coupes de mon savant contradicteur.

4° Qu'il ne voit pas pourquoi M. Ébray oppose à cette occasion la théorie des soulèvements à celle des affaissements.

J'ai supposé que cette conséquence résultait assez clairement de l'ensemble de ma note ; je vais cependant ici expliquer ma pensée par un exemple.

Soit une crête de montagne ayant le profil ABC :

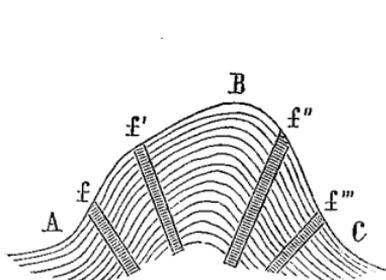


FIG. 1.

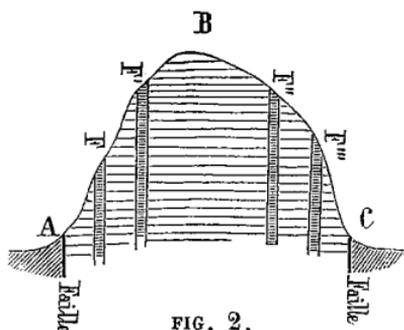


FIG. 2.

Je suppose (fig. 1) que cette montagne se soit formée par soulèvement (cette figure n'exclut pas l'hypothèse de l'affaissement) et postérieurement à la sortie de la roche éruptive. Dans ce cas, les couches ont dû prendre, comme cela se voit dans toutes les coupes donnant la théorie des cratères de soulèvement, etc., une forme contournée et les filons ont dû par conséquent participer au mouvement de la roche encaissante en prenant des positions telles que f , f' , f'' , etc.

Si, au contraire, comme cela arrive bien souvent dans la nature, les filons sont restés verticaux (fig. 2), il est plus logique de supposer que la crête est le résultat de l'affaissement des contrées voisines séparées du massif en relief par des failles. Les distances entre A et C étant quelquefois très-faibles, il faudrait supposer, dans le cas d'un soulèvement, que la montagne se fût soulevée verticalement comme une cheville, ce qui est certainement contraire au bon sens.

Je maintiens donc que la verticalité assez fréquente des filons indique que la résultante des mouvements géologiques est une résultante d'affaissement, résultante qui s'harmonise bien mieux avec la contraction de la terre que la supposition d'un bourgeonnement général. On peut donc dire avec notre savant et regretté maître Constant Prévost : « *Les montagnes ne poussent pas à la manière des champignons.* »

M. Gruner présente, après la lecture de la lettre de M. Ébray, les observations suivantes :

Il me paraît difficile de discuter avec M. Ébray sur les soulèvements si, de prime abord, on met les Alpes hors de cause.

Il me semble cependant qu'avant de nier les soulèvements il faudrait expliquer comment, par des affaissements, les terrains fossilifères ont pu être portés, dans les Alpes, à plus de 3000 mètres au-dessus de la mer; comment les terrains cristallins de la même chaîne ont pu être renversés sur les terrains secondaires; comment, sans aller aussi loin, le micaschiste dans la Loire, et le granite, longtemps après sa solidification, à Langeac et à Ahun, ont pu être renversés sur le terrain houiller.

Quant au Roannais et au Beaujolais, dès l'instant que M. Ébray admet que les terrains de ces contrées n'ont pas été bouleversés par des dislocations postérieures à la sortie des porphyres, je n'ai plus à discuter. Je demanderai seulement si c'est aussi par de simples affaissements que les assises jurassiques ont été portées à plus de 600 mètres au Mont d'Or lyonnais et le terrain tertiaire à plus de 500 mètres sur les bords de la plaine du Forez?

Le Secrétaire communique la note suivante de M. Jardin :

Note sur le sturtarbrandur d'Islande; par M. Édélestand Jardin.

Les auteurs qui ont parlé du sturtarbrandur écrivent ce nom de différentes manières; c'est le *sturtarbrandur*, *suterbrand*, *surtarbrand*, *suturbrand*. Ce mot est composé de deux mots islandais qui signifient bois fossile. Wormius le définit: « *lignum succo* » *minerali insalutum condensatumque* (1). » Cet écrivain s'étend longuement sur cette matière qui, selon lui, jouissait de plusieurs propriétés médicales.

Olafsen et Povelsen, deux savants envoyés par le roi de Danemark, à la fin du siècle dernier, afin d'étudier l'Islande, en font mention en plusieurs endroits de leur important ouvrage (2).

(1) *Misc.*, lib. I, cap. 45. Nous reviendrons plus loin sur ce texte.

(2) *Voyage en Islande*, traduit par Gautier de la Peyronie, § 234, 235, 236, 237, 445, 577, 578, 579, 580, 722.

M. de Troïl, évêque de Linkœping, qui écrivait en 1773 (1), et le savant Bergman, en 1776 (2), parlent aussi du surtarbrandur et partagent l'opinion reçue avant eux de son origine; ce dernier même affirme avoir reconnu le *Pinus abies* de Linné dans un échantillon où l'on distinguait les cercles concentriques du bois.

M. Eugène Robert, dans la partie *Géologie*, du *Voyage de la Recherche dans le Nord*, en 1836 (3), constate la présence du surtarbrandur dans plusieurs localités, mais il n'attribue pas l'origine de ce combustible à l'existence de forêts primordiales. Il pense qu'il faut la rapporter aux bois flottés que les courants apportent des côtes d'Amérique.

« Il me paraît très-probable, dit-il, que la plus grande partie du lignite qui porte ce nom ne connaît pas d'autre origine, c'est-à-dire qu'il appartient à des bois flottés qui, de tout temps, ont dû échouer sur les plages d'Islande, où nécessairement ils ont été enfoncés au milieu des productions volcaniques, si abondantes dans les premiers âges de cette île. » Et plus loin, soutenant la même hypothèse, ce savant géologue ajoute : « Il ne faut donc pas voir dans le surtarbrandur, sous le point de vue qui nous occupe, les traces d'une grande végétation en Islande, végétation qui n'a jamais existé que dans la tête des poètes qui ont écrit les Sagas, et l'on ne doit attribuer la disparition de quelques petits bois de bouleaux, tels qu'on en voit encore dans la même île, qu'à de grandes éruptions de volcan. » Les courants, il est vrai, charrient des bois flottés sur les côtes d'Islande; mais la quantité en a-t-elle été jamais assez considérable pour former les vastes gisements de lignite qu'on rencontre dans cette île à des hauteurs bien différentes au-dessus du niveau de la mer (4)? Doit-on admettre sans discussion « que les conifères n'ont jamais pu réussir en Islande, même dans les lieux en apparence les plus favorables à leur végétation? » L'auteur de la note géologique insérée à la suite de la relation du voyage de la *Reine-Hortense*, en 1856, partage la même opinion que ses prédécesseurs. « Il est admis maintenant, dit-il, que ces couches de lignite ne sont pas des

(1) *Lettres sur l'Islande*, par M. de Troïl, traduites du suédois par M. Lina Blom.

(2) *Lettre de M. le chevalier Bergman à M. de Troïl*.

(3) *Voyage en Scandinavie, etc., etc. Géologie*, p. 47 et 48.

(4) A Baula, le gisement est de 150 et 200 mètres au-dessus du niveau de la mer; dans la baie de Skialfiandi, dans le nord, il est à 60 mètres, à Skafholt, à 20 mètres, et à Virki, à quelques mètres seulement.

» restes d'anciennes forêts... On ne voit plus dans ces dépôts que
 » des amas de bois flottés, jetés par la mer sur les côtes d'Islande,
 » et enfoncés sous les alluvions et les coulées volcaniques (1).»

On connaît un assez grand nombre de gîtes de surtarbrandur en Islande; sur la côte nord, sa présence est signalée dans le Skagafiord, en plusieurs points, et principalement dans la gorge de la montagne appelée Hofsgil, près de la rivière Tinnaa et près de la métairie d'Ulfau et du cap Tiornæs; on le rencontre également sur la côte est, dans la montagne appelée Bautafell, près de la côte orientale du Vapnafiord.

Dans le sud, les gisements sont moins connus, à cause de l'afreuse stérilité du sol, qui le rend en grande partie inhabitable; mais, dans l'ouest, ils sont en grand nombre : à la montagne de Baula, à quelque distance de la métairie d'Hrednavatr, à l'ouest du Norderaa, près de Skafholt; sur la côte nord de Breydarfiord, près d'Arnarfiord et à Isefiord, on en trouve des gisements considérables. D'autres localités sont encore indiquées par Olafsen, et il est probable qu'il en existe en plus grand nombre qui ne sont pas connues.

Le surtarbrandur se rencontre tantôt au niveau de la mer, tantôt à plusieurs centaines de mètres au-dessus de ce niveau; quelquefois il est entièrement exempt de matières étrangères et très-compacte; d'autres fois il est en petits fragments, mélangé de cailloux et de terre, quelquefois même presque en poussière. Les couches sont d'une épaisseur très-variable, depuis 12 mètres, comme à Virki, jusqu'à une simple nappe; ces couches sont généralement horizontales, et l'on peut en extraire des blocs d'un volume assez considérable. M. Robert en a remarqué à Virki un bloc de 1^m,05 dans son plus grand diamètre et de 0^m,32 dans son plus petit, et lors du voyage de la *Reine-Hortense* en Islande, en 1856, S. A. I. le prince Napoléon en rapporta une table qui avait été trouvée dans le boer ou la demeure d'un habitant. M. Peyremol, pharmacien, professeur à l'hôpital maritime de Rochefort, a eu l'obligeance d'analyser un morceau de ce bois fossile, extrait de Skafholt, dans le Bogarfiord, et a trouvé les résultats suivants :

Eau	40
Produits volatils (distillation sèche).	3
Cendres.	60
Charbon.	27

(1) *Voyage de la Reine-Hortense. Géologie*, p. 66.

« Cet échantillon est noir, compacte, schisteux. Il présente
 » dans son épaisseur deux variétés de texture : l'une, mate,
 » esquilleuse, dont les fibres ont conservé leurs détails d'or-
 » ganisation, et l'autre, brillante, résinoïde et dont la cassure
 » vitreuse se fait néanmoins suivant des directions perpendicu-
 » laires qui communiquent aux fragments la forme de parallé-
 » lipipèdes.

» Par le frottement, ces deux variétés ne laissent point de trace
 » noire sur le papier.

» Son pouvoir calorifique est à celui du charbon de chêne
 » :: 9 : 33.

» Ce dernier résultat, obtenu par la réduction de la litharge,
 » indique que cette variété de surtarbrandur ne peut occuper
 » qu'un rang inférieur parmi les combustibles.

» La manière dont il se comporte aux essais par la voie sèche
 » confirme cette assertion.

» Il n'éprouve, quand on le soumet à l'action d'un feu intense,
 » ni fusion, ni ramollissement, ni boursoufflement. Il ne change
 » pas de forme, se fendille à peine en quelques points, brûle sans
 » flamme et avec très-peu d'éclat. Il s'éteint dès qu'on le sous-
 » trait à la source de chaleur. Il donne une faible quantité de
 » fumée jaunâtre, dont l'odeur rappelle celle de la fumée de
 » tourbe.

» Chauffé au rouge dans le tube fermé, il ne fournit, après l'ex-
 » pulsion de l'eau, qu'une petite proportion de produits liquides,
 » faiblement alcalins. Ces produits sont dans le tube ouvert.

» Ses cendres, très-abondantes, sont d'un gris rougeâtre foncé.
 » Elles contiennent une grande quantité de fer.

» Il n'est même pas besoin d'incinérer le surtarbrandur pour
 » en séparer le fer. En le traitant directement à chaud par l'acide
 » chlorhydrique, on obtient une liqueur fortement colorée par le
 » chlorure ferrique. »

M. Mouchet, de Rochefort, savant micrographe, aussi consciencieux que modeste, à qui j'ai soumis quelques échantillons de surtarbrandur, provenant de la même origine, m'a remis la note suivante :

« Parmi les divers échantillons de surtarbrandur qui m'ont été
 » présentés, les uns sont plus durs que les autres. Ceux-là sont
 » légèrement infiltrés de silice, et l'on pourrait croire, au premier
 » abord, que c'est plutôt du carbonate de chaux qui a pénétré
 » dans l'intérieur; mais quelques morceaux plongés dans l'acide
 » nitrique n'ont produit aucune effervescence.

» L'analyse microscopique a démontré d'une manière certaine
 » que le lignite en question provient non-seulement d'arbres
 » dicotylédons, mais qu'il provient encore de conifères. En effet,
 » on remarque sur un petit échantillon, réduit en tranches assez
 » minces pour laisser passer la lumière, et formant une coupe ver-
 » ticale radiale, les pointes glandulaires qui caractérisent les bois
 » résineux.

» Par suite de la disposition des ponctuations sur la face
 » latérale des fibres ligneuses, je crois devoir ajouter que le
 » surtarbrandur appartient à la deuxième tribu de la famille des
 » Abiétinées. »

Ces détails scientifiques étant établis, il y a lieu d'examiner avec attention la phrase de Wormius citée précédemment :

Lignum succo minerali insalatum condensatumque. Ce mot *insalatum* implique-t-il l'idée d'incorporation, *in-salatum*, imprégné de sel marin, ou bien l'idée de négation, *insalatum*, non salé, comme dans les mots : *impiger*, *inconsciis*, *inconspiciuis*, *indoctus*, etc. ? L'analyse chimique vient prouver qu'on doit admettre le dernier sens, car, dit M. Peyremol, ce lignite, réduit en poudre et lessivé à l'eau distillée, ne donne aucun indice d'un chlorure quelconque; il en est de même de la cendre qu'il fournit.

Ce dernier fait est très-important pour confirmer l'origine du surtarbrandur, comme on le verra plus loin.

« Il paraît que ce lignite était jadis utilisé en Islande, sur la
 » côte ouest; les habitants qui avoisinent la lande de Groenne
 » brûlent tous les ans de ce surtarbrand pour en faire du charbon,
 » dit Paulsen. Dans le nord, les habitants des environs (de Skage-
 » fiord) se rendent tous les ans dans ce lieu, afin d'enlever le
 » surtarbrand, pour en faire du charbon pour leurs forges et leurs
 » ateliers. » Et ailleurs, en parlant de celui de Bogarfiord : « On
 » pourrait employer ce bois fossile pour le chauffage, principale-
 » ment quand on a besoin d'un feu ardent, mais il faudrait en
 » même temps le mêler avec quelque matière ou bois qui prenne
 » facilement feu; il donne une petite flamme claire et beaucoup
 » de chaleur. La fumée a une odeur acide et désagréable, mais
 » elle n'est ni étouffante, ni malfaisante, autant qu'on a pu s'en
 » assurer jusqu'à présent. Lorsqu'on l'étouffe à propos, après avoir
 » été bien enflammé, il donne un charbon dur, noir et luisant;
 » il est plus lourd que le charbon de bois ordinaire, mais plus
 » léger que le charbon de terre. Il donne un feu ardent, une
 » flamme pure et ne fume point; en quoi il est préférable aux
 » deux autres. Les serruriers qui l'ont essayé le préfèrent au char-

» bon de terre, assurant qu'il n'altère point le fer; la cendre est
» très-fine et d'un rouge de safran. »

Et ailleurs : « Cette matière est noire, dure et unie, et se polit
» comme du bois d'ébène. Ce bois est plus pesant que le chêne
» et autres bois pareils. Il se laisse bien manier, au rabot, à la
» hache ou à la scie. »

En présence de ces données, qui paraissent si positives, étant écrites par des témoins oculaires, l'existence du surtarbrandur en Islande devrait être une source de bien-être pour les habitants de cette île, car ils pourraient l'utiliser comme combustible pendant leurs longs et rigoureux hivers.

Séance du 9 avril 1866.

PRÉSIDENCE DE M. ÉD. COLLOMB, *vice-président*.

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

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, mars 1866.

De la part de M. le professeur I. Cocchi, *Sulla geologia dell' Italia centrale*, in-8, 99 p., 1 pl.; Florence, 1864; chez G. Mariani.

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Catalogue raisonné des Échinides fossiles du département de l'Aube*, in-8, 76 p., 2 vol.; Paris, 1865; chez J. Rothschild.

2° *Note sur le Ptycholepis bollensis des calcaires bitumineux de Vassy (Yonne)*, in-8, 4 p.; Auxerre, 1865; chez G. Perriquet.

3° *Rapport sur les progrès de la géologie et de la paléontologie en France pendant l'année 1864*, in-8, 55 p.; Caen, 1865; chez F. Le Blanc-Hardel.

De la part de M. Carl Vogt, *Leçons sur l'homme. — Sa place dans la création et dans l'histoire de la terre*, in-8, 632 p.; Paris, 1865; chez Reinwald.

De la part de M. Eudes Deslongchamps :

1° *Description d'une espèce inédite de Téléosaure des environs de Caen (Teleosaurus Calvadosii)*, in-8, 33 p., 1 pl.; Caen, 1866; chez F. Le Blanc-Hardel.

2° *Note sur une suture insolite, etc., et sur l'os intermaxillaire chez l'homme*, in-8, 11 p., 1 pl.; Caen, 1866; chez F. Le Blanc-Hardel.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, nos 12 à 14; in-4.

Bulletin de la Société de géographie, févr.-mars, 1866; in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XIII, 1866; *Revue bibliographique A*; — *Table du t. VIII*, 1861; in-8.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture, janv. 1866; in-8.

L'Institut, nos 1681 à 1683; 1866; in-4.

Réforme agricole, mars 1866; in-4.

The Athenæum, n° 2004; 1866.

Verhandlungen der K. Gesellschaft die gesammte Mineralogie zu Saint-Petersburg, année 1863; in-8.

The American Journal of science and arts, by Silliman, mars 1866, in-8.

The Canadian journal of industry, science, and art, janv. 1866; in-8.

The Journal of the Bombay branch of the Royal Asiatic Society, 1861-62, 1862-63; in-8.

M. Ch. Sainte-Claire Deville fait un exposé rapide des phénomènes volcaniques qui, d'après une lettre de M. Fouqué, se sont passés à Santorin. Il rappelle les nombreuses manifestations que l'on a pu observer dans l'Europe méridionale contemporanément aux éruptions de cette île; il recherche les rapports de direction existant entre ces diverses manifestations, établit le rapprochement de ces directions avec plusieurs des systèmes de M. Élie de Beaumont, et conclut, des faits observés, que rien ne se passe et ne se fait sans lois géométriques.

M. Dieulafait présente le travail suivant :

De la place que doivent occuper dans la série des terrains secondaires les calcaires blancs cristallins qui se développent au-dessus du Jura moyen, dans le sud et le sud-est de la Provence. — Découverte de l'étage du gault dans le sud-ouest du département du Var; par M. Dieulafait.

Dans la séance de la Société géologique de France du 18 novembre 1861, M. Hébert lut une note de la plus haute importance, intitulée : *Du terrain jurassique de la Provence; sa division en étages, son indépendance des calcaires dolomitiques associés aux gypses* (1).

Nous rappellerons seulement ici que M. Hébert annonça dans cette note la découverte si importante qu'il venait de faire de l'*Avicula contorta* aux environs de Digne, et qui détermina les recherches de M. Coquand d'abord, les nôtres ensuite, recherches qui ont conduit à constater la présence de la zone à *A. contorta* dans toute l'étendue de la Provence, comme nous le mentionnerons prochainement.

Nous voulons nous occuper seulement ici des deux dernières pages du travail de M. Hébert. Elles ont probablement été un peu rejetées dans l'ombre par l'éclat de la découverte de l'*A. contorta*; mais elles renferment, à notre avis, des faits encore beaucoup plus importants pour la géologie provençale que ceux qui sont relatifs à l'*A. contorta*.

C'est dans ces deux pages, en effet, que M. Hébert a établi de la manière la plus irrécusable ce qui n'avait jamais été fait jusqu'ici pour la Provence, même d'une manière très-approximative, que :

Depuis le lias moyen jusqu'à la partie inférieure de l'Oxford-clay inclusivement, la série jurassique existe en Provence. C'est dans ces deux pages que les faits observés et relatés par M. Hébert ont pu lui permettre d'écrire ces deux phrases :

« Cette coupe (celle de Solliès-Pont; ou plutôt Solliès-Toucas) » présente donc d'une manière très-nette les divisions principales » de la grande oolithe du bassin de Paris; elle en reproduit jus- » qu'aux caractères minéralogiques. Ces détails suffisent pour mon- » trer que la constitution du terrain jurassique est la même dans le

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XIX, p. 400.

» midi de la France que dans le nord, qu'on y trouve exactement
 » les mêmes horizons fossilifères, et par suite les mêmes groupes
 » naturels, la même division en étages (1). »

Remarquons enfin que M. Hébert, s'en tenant simplement à ce qu'il avait observé, ne parle dans sa coupe ni de l'oxfordien proprement dit, ni du reste de la série jurassique; mais il ne dit pas que les étages supérieurs au kellovien manquent en Provence.

Malgré cette réserve absolue, M. Hébert vit l'année suivante M. Coquand attaquer son mémoire.

Dans sa note présentée à la Société géologique de France, dans sa séance du 1^{er} juin 1863 (2), le savant professeur de Marseille s'efforce de prouver que la grande masse de calcaires blancs constituant les parties élevées de ces montagnes nues qui s'étendent dans toute la partie méridionale de la basse Provence représente l'étage corallien, l'étage kimmeridgien, l'étage portlandien et l'étage valangien (zone à *Strombus Sautieri*, Coq.).

M. Coquand, reprenant après M. Hébert la coupe de Saint-Hubert, signale un certain nombre de faits nouveaux et intéressants, mais qui ne changent absolument en rien l'ensemble de ceux qu'avait établis M. Hébert.

Au-dessus des assises dolomitiques supérieures au kellovien et qui pour M. Coquand comme pour M. Hébert appartiennent à l'oxfordien, M. Coquand signale au quartier des Bessons une couche argileuse avec *Ammonites plicatilis*, qui dans ce cas représente l'oxfordien supérieur. Il donne 300 mètres de puissance aux calcaires blancs qui surmontent ces argiles; enfin, dans la même note, le savant professeur présente la base des calcaires blancs comme *positivement corallienne*, et il déclare n'avoir pu trouver, dans le Var ou dans les Bouches-du-Rhône, aucun débris organisé dans ces calcaires.

Avant de faire connaître les résultats de nos recherches dans les lieux explorés par M. Coquand, nous lui demanderons la permission de présenter quelques observations sur son mémoire et en particulier sur les points que nous venons de rappeler.

D'abord l'épaisseur de 300 mètres assignée par M. Coquand aux calcaires blancs supérieurs à l'oxfordien est au moins trois fois trop grande. Il résulte, en effet, de très-nombreuses mesures exécutées par nous avec le plus grand soin, non-seulement à la Pouraque, mais en beaucoup d'autres points du sud-ouest du Var,

(1) *Bull.*, loc. cit.

(2) *Bull.*, 2^e sér., t. XXI, p. 553.

que l'épaisseur de ces calcaires dépasse rarement 100 mètres, et que dans la plupart des cas elle est comprise entre 50 et 80 mètres.

En second lieu, M. Coquand parle de *la base des calcaires blancs qui est positivement corallienne*. Eh bien! non. Ni M. Hébert, ni M. Coquand, ni personne, en un mot, n'ont jamais apporté rien qui permette à qui que ce soit d'affirmer que la base des calcaires blancs du Coudon et du sud-ouest du Var appartienne réellement à la formation corallienne. Ce qui a été établi pour la partie du Var qui nous occupe, c'est l'existence à la montagne de Saint-Hubert de la base de l'oxfordien (kellovien) et des marnes à *Ammonites plicatilis* au quartier des Bessons, et peut-être même, en ce qui touche ce dernier point, M. Coquand modifiera-t-il son opinion.

M. Coquand déclare formellement, comme nous l'avons vu, que ses recherches dans le Var et dans les Bouches-du Rhône n'ont pu lui faire découvrir un seul reste organisé qui pût lui permettre d'établir la position et la signification de cette masse de calcaires blancs supérieurs à l'oxfordien.

Plus heureux que M. Coquand, j'ai découvert des fossiles dans ces calcaires blancs du département du Var et j'en ai découvert une grande quantité. J'espère bien être actuellement en mesure d'apporter la solution définitive de cette question capitale pour la science et surtout pour la géologie du midi de la France. Seulement cette solution sera complètement en opposition avec les idées émises et soutenues par M. Coquand.

Malgré l'insuccès absolu des recherches de M. Coquand, je n'avais jamais désespéré de trouver des fossiles dans cette grande masse de calcaires blancs si diversement classés par les géologues qui se sont occupés de la Provence. Et bien m'en prit de cette persistance, car le succès vint l'année dernière couronner mes efforts. Je trouvai, en effet, au Coudon, quelques débris de *Nérinées* dans un bloc qui, il est vrai, n'était pas en place; ce fut cependant une première indication et surtout un grand encouragement. Un peu plus tard je rencontrai dans les parties élevées de la montagne de la Pouraque un bloc qui ne pouvait pas être rigoureusement considéré comme étant bien en place, mais qui évidemment ne pouvait avoir été apporté là *d'un niveau plus bas*. C'est tout au plus s'il était roulé des *parties plus élevées*. Je trouvai dans ce bloc plusieurs grandes coquilles contournées, profondément empâtées dans la roche, et sur les tranches de cette roche un certain nombre de *Nérinées* et une véritable profusion de débris de polypiers. J'avais enfin trouvé dans les lieux explorés

vainement par M. Coquand et par M. Matheron ce que ces messieurs et moi cherchions depuis si longtemps, un niveau fossilifère dans la masse de ces calcaires blancs.

J'avoue que tout d'abord, sous l'impression des déclarations catégoriques de M. Coquand, je crus avoir rencontré le *Diceras arietina*, les Nérinées et les polypiers de l'étage corallien; je crus avoir vérifié ces paroles du savant géologue : « ... et j'ose prédire » que quelque jour une heureuse découverte comme celle de fossiles coralliens faite récemment viendra (pour prouver que ces calcaires blancs représentent le corallien et le Jura supérieur) ajouter le témoignage de la paléontologie aux déductions qui sont formulées plus haut (1). »

Aux vacances dernières j'emportai à Paris quelques-uns des fossiles arrachés avec beaucoup de peine aux roches dont nous venons de parler, et je m'empressai de les soumettre à M. Hébert. Mais à peine le savant professeur eut-il jeté les yeux sur les fossiles que je lui présentais qu'il me dit : « Ce ne sont nullement des *Diceras arietina*; ce sont des Caprotines, différentes, il est vrai, du *Caprotina ammonia*, mais appartenant comme lui au terrain néocomien. »

Ces fossiles que je venais de découvrir dans le Var prenaient donc une signification très-différente de celle que je leur avais d'abord supposée; mais cette signification que me révélait M. Hébert avait une valeur bien autrement importante que celle qui m'avait paru tout d'abord devoir lui être accordée.

En effet, tous les géologues savent que M. Élie de Beaumont avait considéré comme se rattachant à la formation crétacée tout cet ensemble de calcaires blancs cristallins s'étendant en masses prodigieuses depuis le nord du Dauphiné, aux confins de la Savoie, jusqu'aux bords de la Méditerranée, calcaires se développant surtout dans les Bouches-du-Rhône, le Var et les Alpes-Maritimes. Eh bien, d'une manière générale, pour le midi de la France surtout, M. Élie de Beaumont avait parfaitement raison.

L'illustre géologue n'a jamais, il est vrai, donné les raisons qui l'ont déterminé à adopter cette classification; sans cela M. Coquand n'aurait pas été si explicite en 1862.

Si, comme le prouve, d'une manière désormais incontestable, la découverte faite par nous des Caprotines au sein de ces calcaires, on doit rapporter ces grands dépôts à la formation crétacée, nous avons fourni la preuve de l'exactitude de l'opinion de

(1) *Loc. cit.*, p. 563.

M. Élie de Beaumont, et c'est là un point auquel nous attachons le plus grand prix.

Si, d'un autre côté, les calcaires blancs cristallins des Bouches-du-Rhône, du Var et des Alpes-Maritimes ne sont autre chose que la continuation des couches de *Cassis*, nous n'aurons plus élucidé seulement un point plus ou moins important de géologie locale, nous aurons, en faisant disparaître une très-grande anomalie, contribué à l'établissement d'une loi générale, but supérieur vers lequel doivent constamment tendre tous les efforts des savants.

La présence des polypiers et des Caprotines bien constatée à la Pouraque, il n'était plus douteux pour moi que je dusse les retrouver ailleurs, et cependant je fis encore beaucoup de courses infructueuses en différents points du département du Var. D'un autre côté, la montagne de la Pouraque étant jusqu'au sommet constituée par des calcaires blancs, je ne pouvais en ce point voir les relations du calcaire à Caprotines avec les étages supérieurs. Il me fallait de toute nécessité trouver des points où ces calcaires fussent recouverts par des dépôts appartenant aux terrains sédimentaires.

En suivant de proche en proche à partir de la Pouraque par le mont de Gautier, Tourris, Dardenne, le Revert, j'arrivai à concentrer surtout mes recherches sur le cap Gros et sur les calcaires si pittoresques qui constituent les vaux d'Ollioules.

Je ferai connaître ailleurs tout ce que ces lieux renferment d'important pour la science, et je dirai seulement ici que j'ai trouvé entre le hameau des Pomets et la plaine du Beausset tout ce qu'il faut pour résoudre la question de position des calcaires blancs et déterminer, non-seulement s'ils doivent être placés dans les terrains jurassiques ou dans les terrains crétacés, mais encore pour établir leur véritable affinité avec les étages qui les précèdent et avec ceux qui les suivent. Il y a là, en effet, sur une étendue de 5 kilomètres, une coupe parfaite montrant un grand nombre de hauts escarpements, et qui présente une succession d'étages s'étendant depuis la zone à *Avicula contorta* très-fossilifère jusqu'au calcaire à Hippurites.

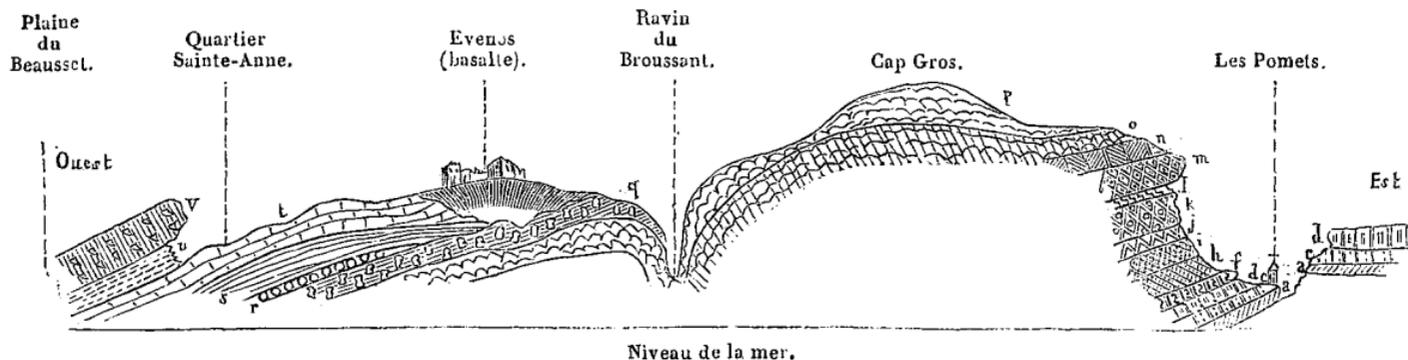
Cette coupe (p. 469) montre parfaitement la disposition des différents étages; on voit qu'à partir du ravin des Pomets on rencontre successivement :

1. Marnes irisées.
2. Grès à *Avicula contorta* très-riche en *A. contorta* et montrant en outre des Peignes, des Huîtres, des Plicatules et des Gervillies.

3. Infra-lias dolomitique (infra-lias moyen).
4. Infra-lias calcaire (infra-lias supérieur).
5. Lias moyen avec *Terebratula numismalis*, *Ostrea cymbium*, *Pecten æquivalvis*, etc., et lias supérieur aux *Ammonites bifrons*, *Belemnites tripartitus*.
6. Oolithe inférieure avec *Modiola plicata* (très-commune), *Lima heteromorpha*, *L. proboscidea*, *Pecten paradoxus* (formant des bancs entiers à la base et continuant dans toute l'épaisseur), *P. barbatus*, *Ostrea Buckmanni*, *Terebratula Eudesi*, *T. perovalis*, huit autres Térébratules que M. Deslongchamps considère comme nouvelles (1), *Belemnites sulcatus*, *Nautilus lineatus*.
7. Oolithe inférieure, *Ammonites Humphriesianus*, *A. Murchisonæ*.
8. *Fuller's earth* avec *Ammonites Parkinsoni*, *A. zigzag*, *Belemnites bessinus*.
9. Grande oolithe.
40. Couches de Ranville, avec tous les polypiers de cette station célèbre, et en même temps : *Elygmus polytypus*, *Terebratella flabellum*, *Rhynchonella concinna*, etc., etc.
41. *Cornbrash* : calcaires de couleur blonde, à oolithes parfaitement définies et dont les tranches sont complètement tapissées par les débris d'une Encrine presque microscopique.
42. Oxfordien? dolomitique, d'aspect tout à fait gréseux.
43. Calcaire un peu gris, très-compacte, fournissant de magnifiques pierres de taille.
44. Niveau un peu argileux, avec Térébratules, Huîtres, Rhynchonelles en très-mauvais état.
45. Calcaires blancs avec Caprotines, polypiers, Nérinées.
46. Calcaires très-compactes avec *silex* et Bélemnites cylindriques avec sillon.
47. Orbitolites très-nombreuses; les *silex cessent*; la roche devient plus jaunâtre et le grain plus grossier.
48. Marnes très-bleues se délitant complètement, très-fossilifères : *c'est l'étage du gault parfaitement caractérisé*.
49. Calcaire en bancs très-réguliers, à grains grossiers, quoique très-compacte, très-bleu, mais devenant jaune à l'air, sans se déliter toutefois, rempli de gros *silex* branchus et montrant, comme plus bas, quelques *Belemnites* et plusieurs autres fossiles bien conservés.
20. Grand amas de sable à peu près exclusivement formé de silice presque pure.
24. Grande masse de calcaire à Hippurites formant des bancs entièrement compactes, exploités comme pierres de taille et qui a préservé les sables inférieurs d'une dénudation complète.

(1) Tous les fossiles précédents ont été déterminés par M. Deslongchamps.

Coupe du hameau des Pomets au quartier Saint-Anne.



Échelles : { longueurs, 1/60000
 { hauteurs, 1/50000

- | | |
|---|--|
| a — Zone à <i>Avicula contorta</i> . | m — Cornbrash. |
| c — Infra-lias dolomitique (moyen). | n — Dolomie (oxfordienne?). |
| d — Infra-lias calcaire (supérieur). | o — Calcaire gris (néocomien inférieur?). |
| f — Lias moyen et supérieur | p — Calcaire à Caprotines (néocomien moyen). |
| h — Oolithe inférieure (niveau à <i>Lima heteromorpha</i>). | q — Calcaire à silex . . . (néocomien supérieur?). |
| i — Oolithe inférieure (niveau à <i>Ammonites Humphriesianus</i>). | r — Niveau à Orbitolines } |
| j — Fuller's earth. | s — Étage du gault. |
| k — Grande oolithe. | t — Calcaires bleus à silex. |
| l — Couche de Ranville. | u — Sables (silice pure). |
| | v — Calcaires à Hippurites. |

Je dois maintenant présenter sur la coupe précédente quelques observations indispensables.

Et d'abord, au-dessus de la couche de Ranville je place le *cornbrash*.

En employant ce mot je n'ai d'autre intention que de désigner quelque chose de supérieur à la grande oolithe et n'appartenant pas encore à l'oxfordien le plus inférieur. Telle est, en effet, la position des assises que nous avons comprises sous le nom de *cornbrash*, non pas au cap Gros, mais à Saint-Hubert, ainsi que la chose ressort de la coupe de M. Hébert. On voit là très-développés l'oxfordien le plus inférieur avec *Pholadomya carinata* (kellovien) et plus bas la zone de Ranville extrêmement fossilifère, zone qui limite la grande oolithe à la partie supérieure (1).

Entre ces deux niveaux s'étend une masse considérable de calcaires très-compactes, parfaitement oolithiques, et dont les tranches sont tapissées par des myriades de débris d'une petite Encrine presque microscopique. Nous avons en outre rencontré des fossiles dans ces couches, et, entre autres, de très-belles Térébratules. Mais ce que nous voulons seulement établir pour le moment c'est la position relative de ces bancs à la montagne de Saint-Hubert.

Dans toute la Provence ces bancs supérieurs à la couche de Ranville sont les seuls dans la formation jurassique dont les oolithes soient parfaitement définies; ce caractère joint à la présence de cette multitude de débris d'Encrines que nous avons signalés permet toujours de retrouver ce niveau sans qu'une erreur soit possible, alors même que les autres fossiles dont nous avons parlé viendraient à faire défaut.

Nous dirons, en second lieu, que l'oxfordien inférieur à *Pholadomya carinata* manque complètement aux Pomets, comme en bien d'autres points d'ailleurs du département du Var, de telle façon que la dolomie de Saint-Hubert considérée par M. Hébert et par M. Coquand comme oxfordienne repose sans intermédiaire sur le *cornbrash*.

Les deux savants géologues que nous venons de citer ne donnent aucune raison pour appuyer l'opinion qui les porte à considérer les dolomies comme devant se rapporter à l'Oxford-clay. Il est vrai que M. Coquand cite au quartier des Bessons des couches

(1) Voy. M. Eug. Deslongchamps, *Études sur les étages jurassiques inférieurs, etc.* (Mém. de la Soc. Linn. de Normandie, p. 147, année 1864).

marneuses qu'il rapporte à l'Oxford-clay supérieur, et qui, d'après lui, reposent sur les dolomies.

Malgré la grande autorité de M. Coquand je dois dire qu'il ne m'est pas possible de partager à ce sujet sa manière de voir; bien des raisons me portent à penser que déjà ces dolomies doivent être détachées du Jura et rentrer dans le système des grands calcaires blancs.

Les dolomies du cap Gros sont immédiatement surmontées par des calcaires gris à grains extrêmement fins, prenant un très-beau poli et qui sont exploités d'un côté à Tourris, et de l'autre dans les vaux d'Ollioules, au bord même de la route de Toulon à Marseille.

Au-dessus de ces calcaires gris on rencontre un banc un peu marneux qui, je n'en doute pas, deviendra un excellent point de repère, car sa constance est très-grande et j'y ai rencontré quelques restes organiques, des débris d'Huîtres, de Térébratules, de Rhynchonelles, etc. Ce que j'ai vu jusqu'ici est tout à fait indéterminable; mais j'espère bien qu'un jour ou l'autre j'aurai la bonne fortune de trouver quelques fossiles bien conservés qui nous permettront de fixer rigoureusement la véritable position de ces couches.

Au-dessus de ce niveau un peu marneux se montrent des bancs de calcaires plus blancs et à pâte beaucoup plus fine que les précédents. Ces bancs énormes, épais de plus d'un mètre, ne montrent d'abord aucun reste organique. Il faut monter un peu plus haut pour rencontrer les bancs à Caprotines, à polypiers et à Nérinées. L'épaisseur des bancs qui renferment ces précieux fossiles est très-considérable. Il est impossible dans tous ces parages de la déterminer exactement; le soulèvement du cap Gros, la rupture profonde du ravin de Broussant, les masses de basaltes qui sont venues au jour, et qui s'étendent sur plusieurs kilomètres de surface de l'autre côté du ravin, sont autant de causes qui ont puissamment dérangé les dépôts. Toutefois, en estimant l'épaisseur des couches à Caprotines à 8 ou 10 mètres, je crois rester au-dessous de la vérité.

Nous ferons connaître en détail dans un autre travail bien des faits intéressants relatifs à ces bancs fossilifères; constatons seulement, ce qui nous importe aujourd'hui, l'existence des Caprotines, des polypiers et des Nérinées de l'étage néocomien au sein de cette masse de calcaires blancs.

Au-dessus du niveau à Caprotines les calcaires blancs continuent à se développer sans que le moindre changement se manifeste

dans les bancs, et cela sur une épaisseur considérable. A une certaine hauteur cependant, on voit les bancs devenir moins épais, quelques traces de marnes apparaître entre les assises, la roche prendre une teinte jaunâtre, le grain perdre de sa finesse, et bientôt on commence à voir apparaître, complètement noyés dans les calcaires, des silex qui, devenant de plus en plus nombreux, se montrent surtout en faisant fortement saillie dans les couches supérieures.

Au point où les silex deviennent très-nombreux pour la *première fois*, l'épaisseur des bancs diminue beaucoup, et sans cesser d'être compacte leur pâte devient bien moins fine; ils commencent à montrer cet aspect gréseux que nous leur verrons si complètement revêtir dans les couches plus élevées.

A la partie supérieure de ces mêmes couches nous avons découvert un fait paléontologique remarquable : c'est un *niveau d'Orbitolines* extrêmement riche (*O. conoidea*) et parfaitement en place. Les couches qui renferment ces curieux fossiles ont une épaisseur de plus de 2 mètres. Elles diffèrent seulement de celles qui sont au-dessous par l'absence de silex. Il existe d'ailleurs dans ces bancs d'autres fossiles dont nous signalons seulement ici l'existence; nous ne sommes pas assez sûr de leur détermination pour en parler en ce moment avec quelques détails; nous le ferons du reste très-prochainement.

Immédiatement au-dessus de ces couches un peu gréseuses à Orbitolines le caractère minéralogique de la roche change brusquement. On voit en effet les bancs précédents de couleur jaune grisâtre recouverts par des calcaires blancs sans trace de silex et se délitant à l'œil d'une façon complète. Ces calcaires très-fossilifères montrent les espèces les plus caractéristiques du gault; nous mentionnerons seulement ici : *Belemnites minimus*, assez commune, *Inoceramus concentricus* et *I. sulcatus*, des *Ancyloceras* et surtout un très-grand nombre d'*Ammonites*.

Les calcaires et les fossiles de ce niveau sont tellement marneux que le tout tombe en poussière au moindre mouvement, et pour se procurer des fossiles bien conservés il faut se résigner à les laisser sécher avant de les enlever.

Nous avons exploré les lieux avec ces précautions, et nous nous sommes ainsi procuré un bon nombre de fossiles remarquables que nous ferons connaître un peu plus tard.

Au-dessus des calcaires marneux fossilifères dont nous venons de parler s'étendent des dépôts qui diffèrent notablement des précédents. En effet, ils sont en bancs très-réguliers, épais de 20 à

30 centimètres, parfaitement séparés les uns des autres; la couleur est en général très-bleue, bien qu'elle devienne complètement jaune dans les parties longtemps exposées à l'air; les silex reparaissent plus abondants encore qu'au-dessous des Orbitolines; le grain devient très-grossier et pour l'aspect c'est un véritable grès; mais ils ne se délitent jamais, même partiellement; on voit d'ailleurs assez rarement, il est vrai, des Bélemnites se montrer çà et là sur les bancs. Nous avons du reste rencontré quelques autres fossiles qui nous permettront prochainement de fixer, comme nous l'avons dit, la véritable position de cet horizon.

Ces calcaires qu'il est surtout facile d'observer au quartier Sainte-Anne, au-dessous de la fabrique d'huile de *rescence*, au bord même du ravin descendant de Sainte-Anne, vont s'enfoncer sous des masses considérables de sables blancs mis parfaitement à nu sur une grande épaisseur, mais qui ne m'ont jamais offert la moindre trace de débris organiques.

Enfin, au-dessus de ces sables se montrent des escarpements abrupts formés par des calcaires tout pétris d'Hippurites, calcaires extrêmement compactes et résistants, et qui, comme il est facile de le voir, ont empêché les sables inférieurs d'être entraînés par les eaux.

Telle est la succession des couches que l'on observe depuis le hameau des Poinets jusqu'au quartier Sainte-Anne; telle est la position relative des bancs à Caprotines que nous avons découverts.

Quant à la position absolue de ces calcaires dans la série des étages géologiques, nous n'hésitons nullement à l'assigner. Reufermant les mêmes fossiles que les dépôts de Cassis, reproduisant d'ailleurs tous les autres caractères des calcaires de cette localité si connue, nous les considérons sans aucune restriction comme se rapportant au même niveau, *c'est-à-dire au néocomien moyen*.

Nous comprenons ici sous le nom de néocomien toutes les couches s'étendant entre les derniers dépôts jurassiques et l'étage du gault, et par conséquent ce qu'Alc. d'Orbigny a appelé néocomien, urgonien et aptien.

Nous employons ici le mot *néocomien* avec son extension primitive, tel qu'il avait d'abord été admis par d'Orbigny lui-même. En agissant ainsi nous suivons d'illustres exemples, et de plus nos recherches dans les points où cet étage est le mieux développé nous ont toujours conduit à reconnaître dans tous ces dépôts un ensemble dans lequel il était souvent facile de voir trois divisions correspondant aux trois étages de d'Orbigny, mais se confondant en un même tout par ses rapports généraux; c'est ce que nous

montrons quand nous ferons connaître les résultats de nos recherches sur la formation crétacée dans le sud-est de la France. Il suffit pour le moment de bien préciser notre pensée à ce sujet.

La découverte bien constatée des Caprotines néocomiennes dans le département du Var et dans celui des Alpes-Maritimes ne peut laisser aucun doute sur la position des couches qui les renferment, et par suite nous possédons bien dans la Provence le néocomien moyen. Mais il faut signaler depuis le golfe du Lecques jusqu'en Italie un fait extrêmement remarquable, très-anormal, et qui n'a pas peu contribué à faire retarder si longtemps la solution définitive de la position des calcaires blancs du Var et des Alpes-Maritimes : c'est l'absence dans cette partie de la France, à la base du néocomien, de marnes toujours très-fossilifères et qui n'ont presque jamais fait défaut partout où le néocomien a été reconnu, alors même que la partie moyenne est représentée, comme dans le Var, par des calcaires nombreux à Caprotines; c'est ce qui a lieu, par exemple, dans les Basses-Alpes, le Vaucluse, les Bouches-du-Rhône et dans tout le Dauphiné.

Toutefois, en jetant les yeux sur notre coupe du cap Gros on voit immédiatement que, si nous n'avons pas dans le Var le représentant minéralogique et paléontologique des marnes inférieures du néocomien, nous avons très-probablement les équivalents à l'état très-compacte de ces marnes inférieures. Nous sommes bien convaincu que les calcaires gris inférieurs aux Caprotines ne sont pas autre chose que les marnes néocomiennes elles-mêmes dans des conditions pétrographiques tout autres que celles dans lesquelles nous les connaissons en général. Il est très-probable que la couche un peu marneuse que nous avons signalée à la partie supérieure des calcaires gris marque la fin du néocomien inférieur; dans tous les cas, elle peut être considérée comme telle à cause de sa constance, au moins à titre de repère pour favoriser l'étude complète de tous ces dépôts.

Maintenant possédons-nous dans le sud-ouest du Var la partie supérieure du néocomien, c'est-à-dire l'aptien de d'Orbiguy? Non, si nous le voulons avec son faciès marneux ordinaire et ses principaux fossiles des environs d'Apt.

Toutefois, nous devons dès aujourd'hui parler du niveau à Orbitolines que nous avons découvert dans le Var. Ce niveau qui n'avait jamais été signalé en Provence permet d'abord de tracer une ligne de division au milieu des terrains crétacés, mais surtout il établit un lien remarquable entre les dépôts crétacés de la

Provence et les mêmes dépôts du Dauphiné. C'est là un nouveau service rendu par la paléontologie à la géologie générale.

En effet, si nous consultons les beaux travaux de M. Lory sur le Dauphiné, nous voyons que dans cette province le savant professeur de la Faculté de Grenoble signale deux niveaux d'Orbitolines associés l'un et l'autre aux fossiles du néocomien. L'un de ces niveaux montrant exclusivement l'*Orbitolina conoidea* est intercalé à peu près au tiers supérieur de l'épaisseur totale des calcaires à *Caprotines* (1).

D'un autre côté, nous dit M. Lory : « Au-dessus des dernières » couches compactes à *Caprotines*, on voit apparaître dans quelques localités une deuxième zone de couches marneuses à » *Orbitolines*, caractérisées par plusieurs fossiles qui paraissent » lui être spéciaux. L'espèce la plus commune est encore la petite » *Orbitolina conoidea*, Alb. Gras; elle est accompagnée d'une » autre plus large, aplatie, *O. discoidea*, id., et d'une grande » variété de fossiles, surtout de plusieurs espèces d'Oursins (2) ».

Or, le niveau à *Orbitolines* que nous signalons en ce moment dans le département du Var est à la partie tout à fait supérieure des calcaires à *Caprotines*. Il renferme outre l'*O. conoidea* une autre *Orbitoline*, grande comme une pièce de 50 centimes, à peu près plate et qui est très-probablement l'*O. discoidea* du Dauphiné. Mais une chose plus remarquable encore, c'est que dans le Dauphiné (au Rimet, à la ferme du Ravix, près du Villard de Lans, etc.) M. Lory constate de la manière la plus positive que le gault repose directement sur les couches à *O. discoidea* et *O. conoidea* (3). Il suffit de jeter les yeux sur notre coupe pour voir qu'il en est exactement de même dans le département du Var.

Ainsi voilà un ensemble de faits importants qui se reproduisent d'une façon identique à de grandes distances et qui serviront, nous n'en doutons pas, à résoudre quelques-unes des questions encore si peu claires de la géologie de la Provence et des Alpes.

Quant à la position de ces *Orbitolines*, M. Lory les place dans l'étage néocomien. D'Orbigny, au contraire, les fait apparaître seulement avec l'albien (gault). Il est probable que ces curieux fossiles doivent être placés à la partie supérieure du néocomien comme l'admet M. Lory; en examinant les fossiles qui les accom-

(1) M. Lory, *Description géologique du Dauphiné*, 2^e partie, p. 309.

(2) Id., *ibid.*, p. 311.

(3) Id., *ibid.*, p. 342 et suiv.

pagnent dans le Dauphiné, il ne paraît pas même possible d'avoir une autre opinion.

Pour nous, en voyant ces Orbitolines manquer généralement là où l'aptien proprement dit est développé, en constatant que les fossiles aptiens se rencontrent mêlés aux Orbitolines dans certaines localités, il nous semble probable que ces couches à Orbitolines ne représentent pas autre chose d'une manière générale que l'aptien, c'est-à-dire le *néocomien supérieur*, en prenant cette dernière expression dans le sens que nous lui donnons dans ce travail.

Dans une seconde note dont nous possédons déjà actuellement presque tous les éléments, nous ferons connaître l'étage du gault dans le sud-ouest du Var et les autres étages créacés qui le recouvrent dans cette partie de la France. Nous serons encore dans la nécessité de contredire bien des opinions avancées avant nous, mais nous ferons toujours ce que nous avons fait pour le travail actuel, nous apporterons à l'appui de nos opinions des preuves si complètes et si généralement acceptées par tous les géologues, qu'elles porteront, nous l'espérons, la conviction dans tous les esprits.

Une fois que nous eûmes bien établi les faits précédents et beaucoup d'autres qui trouveront place ailleurs, tout cela dans un rayon assez rapproché de Toulon, nous étendîmes à la Provence tout entière (moins le Vaucluse) et à une partie du Dauphiné le cercle de nos observations.

Sans entrer dans des détails que nous donnerons du reste prochainement, nous établirons seulement aujourd'hui pour le sud-est de la Provence la généralité des faits que nous avons exposés avec quelques détails dans la coupe des bancs d'Ollioules.

Sans sortir des montagnes d'Ollioules, nous voyons les calcaires blancs à Caprotines très-développés au sud de la clue profonde qui livre passage à la route de Marseille. Ce sont eux qui constituent toute cette longue chaîne au nord de laquelle s'ouvrent les ravins des Évauzerins et qui se terminent brusquement au vallon de la Rèpe, vallon s'ouvrant depuis la Méditerranée jusqu'à la plaine de Beausset.

Du côté de l'est ces mêmes calcaires à Caprotines forment le sommet du Faron, surtout la partie ouest où ils atteignent un développement considérable. C'est évidemment à la résistance de ces calcaires et des dolomies inférieures très-développées à l'est de cette même montagne que le Faron doit d'avoir résisté aux formidables dénudations qui, agissant efficacement tout autour, en ont

fait une montagne extrêmement abrupte, même du côté de la ville de Toulon où elle est le plus accessible.

L'existence de la montagne du cap Gros est sans aucun doute due à la même cause. Dénudée jusqu'au muschelkalk du côté du sud et de l'est, elle l'est seulement jusqu'au lias du côté du nord.

En s'avancant à partir du col du cap Gros de manière à passer entre les hauts escarpements de Caume (796 mètres) et le quartier de Lauron, on retombe bientôt au nord-est du Revest au milieu des calcaires à Caprotines qui vont, en se prolongeant, constituer, d'un côté les montagnes de la Pouraque et de la Mort de Gautier, et de l'autre les hauts escarpements du Coudon.

Ils ne reparaissent pas dans les montagnes, assez élevées cependant, qui encaissent la rivière du Gapeau entre Solliès-Pont et Belgencier. Il faut remonter au delà de ce dernier village, se diriger vers les hauteurs de la montagne de Dau, du Roc de la Fons-Joubeneau, pour les voir reparaître.

De l'autre côté de la route de Brignoles on ne trouve pas la moindre trace de ces calcaires. Les parties les plus élevées appartiennent, comme nous le montrerons bientôt dans notre travail sur l'infra-lias, à la formation liasique ou tout au plus en quelques points à la base de l'oolithe inférieure. Mais quand on s'avance dans l'intérieur de l'arrondissement de Brignoles, on les retrouve occupant des espaces considérables.

A partir de la montagne de Dau, non-seulement les calcaires à Caprotines, mais les dolomies inférieures se trouvent fortement rejetées vers le nord, et l'infra-lias prend dans tous ces passages un très-grand développement.

Pour retrouver ces calcaires blancs il faut passer au nord de Lorgues et se diriger vers Empus. Ils sont là très-développés, et s'avancant par le nord de Rébouillon ils se prolongent presque jusqu'au village de Châteaudouble. Mais là ils s'arrêtent brusquement et toute la partie nord du territoire du village jusqu'au plan d'Auvaisne appartient à l'infra-lias, à tous les points de vue parfaitement caractérisés.

D'un autre côté ils reparaissent avec les mêmes fossiles qu'au cap Gros entre Châteaudouble et Draguignan, sur les hauteurs du Malmont, et, de l'autre, ils constituent le sommet de la montagne Notre-Dame qui domine Montferrat, et plongent vers l'est pour aller passer au sud du château de Favas.

Ce sont eux encore qui forment toutes ces parties élevées parfaitement limitées par ces formidables escarpements qui s'éten-

dent au nord du Haut Favas, de Campaure, de Saint-Martin, et passent dans la partie méridionale du territoire de Broves.

Dans tous ces parages et jusqu'en Italie on rencontre non-seulement le terrain néocomien, mais encore le gault et la craie proprement dite. On trouve dans beaucoup d'endroits l'horizon si remarquable de la Gryphée colombe qui permettra de tracer, avec des fatigues extrêmes, il est vrai, mais enfin qui permettra de tracer une ligne d'une sûreté parfaite au milieu de ces dépôts. C'est aussi dans ces régions que sera résolue cette question encore un peu controversée aujourd'hui : *de la position dans la série crétacée des bancs à Ostrea columba.*

On retrouve les bancs à Caprotines sur les deux rives de la Siagne où ils descendent presque jusqu'au parallèle de Gaillan. Saint-Vallier s'élève au milieu de ces mêmes calcaires, bien que les eaux qui sourdent abondamment dans ce village soient fournies, comme nous le ferons voir dans notre travail sur l'infra-lias, par les marnes irisées. Ce sont eux encore qui constituent une grande partie de cette haute montagne que gravit en sortant de Saint-Vallier la route de Grasse à Castellane.

Ils se rapprochent beaucoup de Grasse, et, s'avancant vers l'est, ils viennent former la deuxième rampe de la haute barre qui passe au nord de Magagnosc. Interrompus momentanément par la vallée du Loup, ils s'avancent toujours, et, après avoir été plusieurs fois partiellement recouverts par les terrains tertiaires, ils sont de nouveau fortement entaillés par la vallée du Var.

En s'avancant plus au sud quand on a dépassé Grasse, on retrouve les calcaires à Caprotines en plusieurs points et notamment sur le territoire de Valbonne; mais les choses sont plus compliquées que dans les grandes lignes que nous avons suivies jusqu'ici.

Dans toute la partie de la Provence que nous venons de parcourir nous n'avons pas rencontré la moindre trace du corallien ni du reste de la formation jurassique. Mais cependant le corallien existe en Provence; il a été reconnu à Nice par M. Coquand, à Escragnoles par M. Hébert; nous l'avons nous-même rencontré, nous le croyons du moins, dans le canton de Barjols.

Nous généralisons ici, en terminant, les résultats auxquels nous ont conduit nos recherches sur l'étendue des calcaires néocomiens et sur leurs relations avec la formation jurassique dans la Provence méridionale.

Ces dépôts jurassiques forment en Provence deux zones différentes au point de vue du développement et du nombre des étages.

La première (la seule dont nous ayons à nous occuper ici) est limitée au sud par la Méditerranée, depuis le bord le plus occidental de la Provence jusqu'à Toulon, puis par une ligne allant de Toulon à Grasse, et de là à Antibes, enfin, au nord par une autre ligne partant de l'étang de Berre, et qui, passant au-dessus de Barjols et d'Escraguolles, va se terminant vers Carros à la rivière du Var.

Dans toute cette première zone la formation jurassique ne dépasse en aucun point l'Oxford-clay, et les calcaires blancs cristallins si développés dans ces régions appartiennent en grande partie au même horizon géologique que ceux de Cassis; c'est ce que prouve la découverte des fossiles de cette localité si connue, faite par nous au cap Gros et au vallon de Broussant d'abord, puis à Gémenas, à Roquefort, à Rians, à la Pourraque, au Coudon, à la montagne de Dan, à Empus, à Draguignan, à la montagne de Notre-Dame-de-Montferrat, dans les escarpements qui dominent Bargemont, Seillans, Caillan, Saint-Cezaire, Saint-Vallier, Grasse, Magagnosc et sur le territoire de Valbonne.

La deuxième zone jurassique, qui s'étend au nord de la précédente, renferme probablement l'étage corallien, peut-être même le reste de la formation jurassique.

Nous résumons de la façon suivante les points principaux établis par notre travail actuel :

1° Dans la partie méridionale de la Provence la formation jurassique ne dépasse pas l'Oxford-clay, et encore, si, comme nous le pensons, les dolomies supérieures au kellovien de Saint-Hubert sont déjà néocomiennes, la formation jurassique ne dépasse la grande oolithe que dans quelques points.

2° Les calcaires blancs marbreux supérieurs aux dolomies précédentes appartiennent au néocomien moyen.

3° Au-dessus de ces calcaires se montrent des bancs bien moins épais, à grain beaucoup moins fin, et remplis d'*Orbitolina conoidea*, Alb. Gras et d'Orb., *discoidea*, id. (?); c'est là très-probablement le représentant du néocomien supérieur.

4° Au-dessus des assises à Orbitolines se développent des couches épaisses de calcaires marneux très-délicates qui montrent en abondance les fossiles les plus caractéristiques du gault. Cet étage qui se prolonge vers l'est existe dans le sud-ouest du Var, où, de même que le niveau à Orbitolines, il n'avait jamais été signalé, avec preuves à l'appui, avant notre travail actuel.

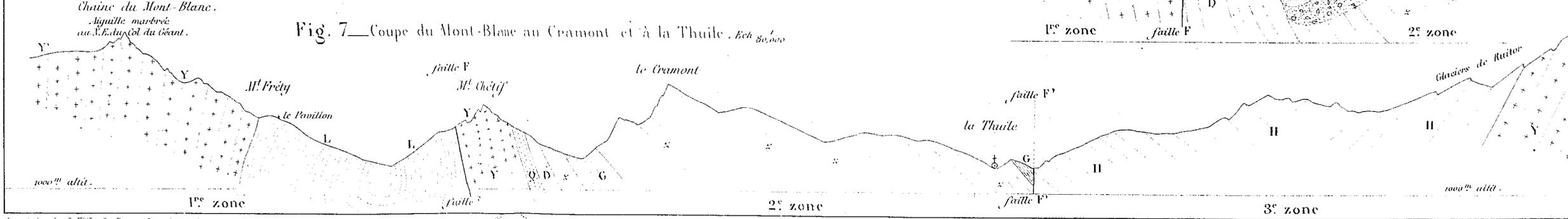
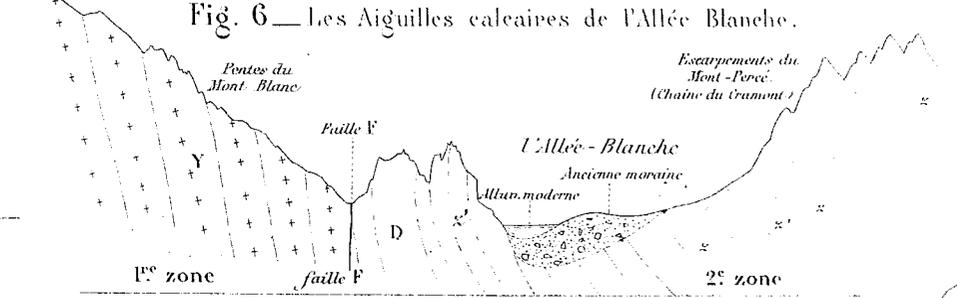
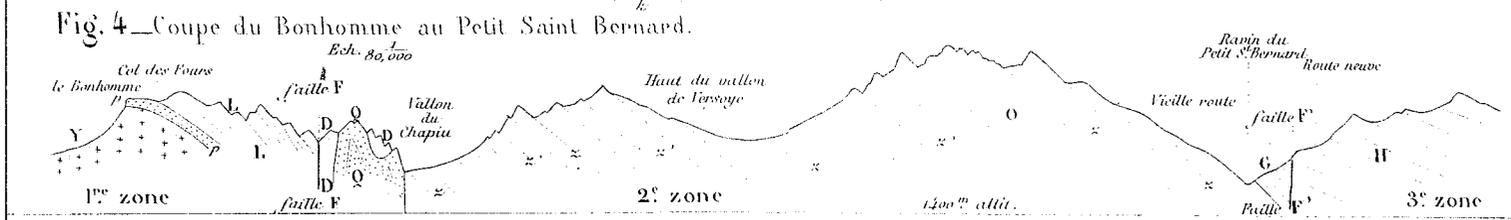
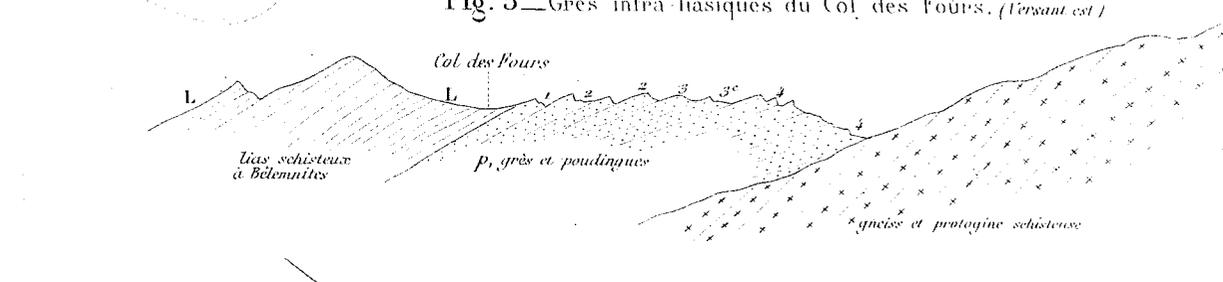
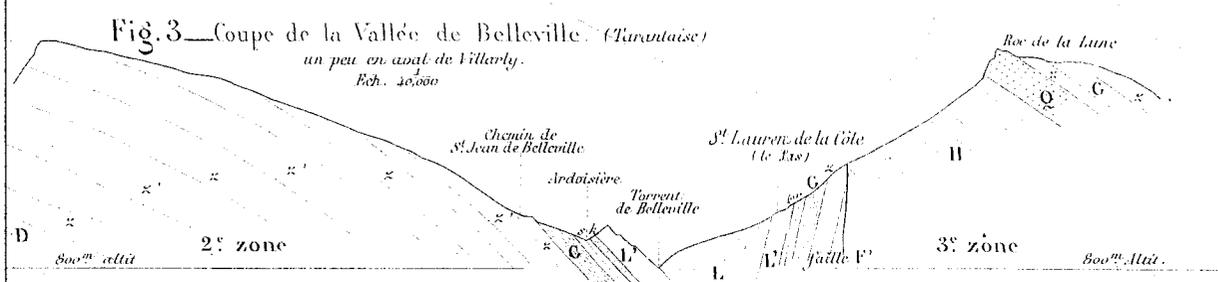
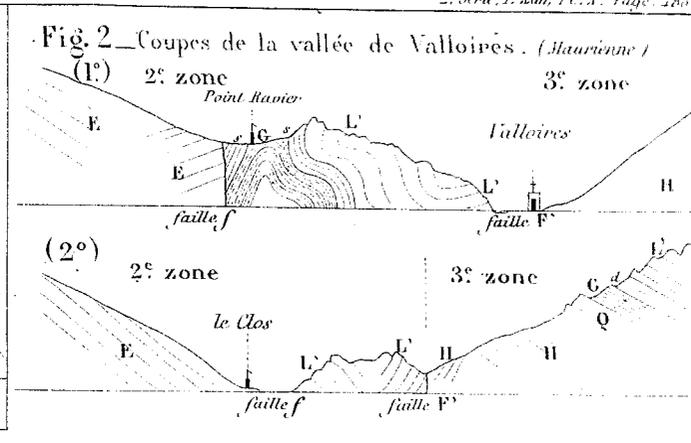
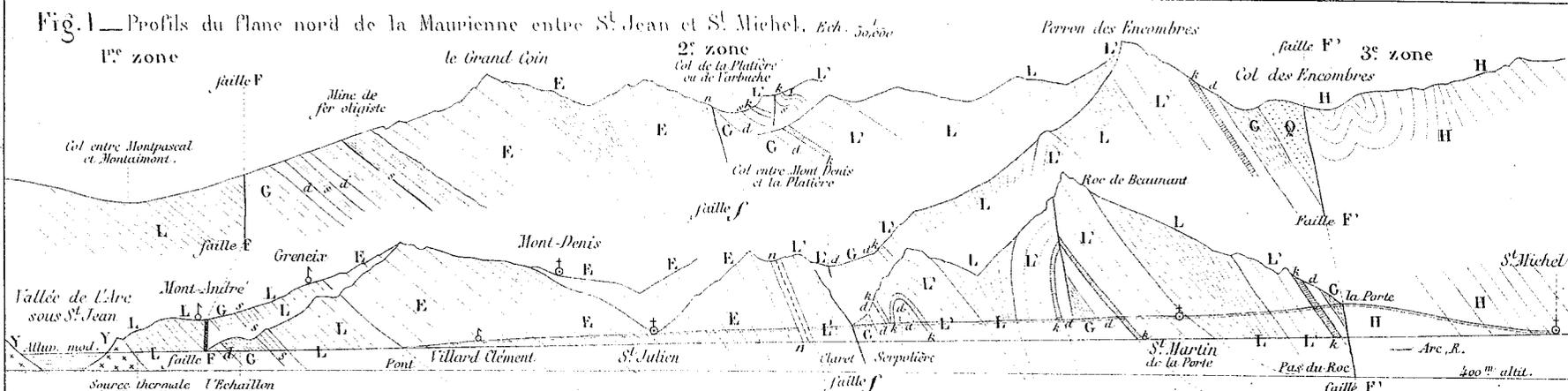
M. Lory fait la communication suivante :

Carte géologique de la Maurienne et de la Tarantaise (Savoie);
par MM. Ch. Lory, professeur à la Faculté des sciences de
Grenoble, et l'abbé P. Vallet, professeur au grand séminaire
de Chambéry (Pl. X).

J'ai l'honneur de présenter à la Société une carte géologique de la partie orientale du département de la Savoie, comprenant principalement les arrondissements de Saint-Jean-de-Maurienne et de Moutiers, c'est-à-dire les deux pays bien connus sous les noms de Maurienne et de Tarantaise. Cette carte est le fruit d'explorations commencées dès 1860 par MM. Pillet, Vallet et moi, et continuées surtout dans ces trois dernières années par M. Vallet et moi. Les résultats de nos observations, tracés principalement sur les feuilles de la grande carte au 50 000^e de l'État-major sarde, sont reportés sur la carte d'ensemble au 250 000^e, dont la netteté et l'exactitude topographique permettent de donner à la représentation géologique à peu près toute la précision que comporte une pareille échelle. Nous espérons, du reste, pouvoir la publier prochainement à une échelle plus grande.

La classification des terrains adoptée dans ce travail est celle qui résulte des faits reconnus dans ces dernières années et sanctionnés par les explorations de la Société géologique dans sa Réunion extraordinaire de 1861 en Maurienne et dans les Hautes-Alpes. C'est la classification que l'un de nous a déjà appliquée dans sa *Carte géologique du Briançonnais*, à la même échelle (*Bulletin*, 2^e série, tome XX), dont cette carte de la Maurienne et de la Tarantaise forme la suite naturelle. Les roches stratifiées non cristallines y sont partagées en trois grands systèmes, le *terrain houiller*, le *trias* et le *lias*, auxquels il faut joindre une bande de terrain *nummulitique*, prolongement de celui des Hautes-Alpes. En cela notre travail diffère essentiellement de la *Carte géologique de la France* et de celle de M. A. Sismonda (publiée en 1862) où toutes ces roches sédimentaires sont réunies et rapportées collectivement aux *terrains jurassiques*; il s'éloigne plus encore de la petite carte publiée par M. Sc. Gras (*Ann. des Mines*, 1854; *Bull.*, 2^e série, t. XII, 1855) qui fait du tout un système *anthracifère*, plus ancien, suivant lui, que le vrai *terrain houiller*; enfin notre travail n'a que très-peu de rapports avec la *Carte géologique de la Suisse*, de MM. Studer et Escher (1853), où la plus grande partie des

COUPES GÉOLOGIQUES DE LA MAURIENNE ET DE LA TARANTAISE, (SAVOIE) par M. Ch. LORY.



1^{re} zone du Nord, F¹ et F² Bernardin, etc.

Imp. Eugène Lamy.

couches de cette région se trouve groupée sous la dénomination provisoire de *schistes gris*. Nous n'avons pu emprunter à ces diverses cartes que quelques indications locales, surtout pour les affleurements de roches plutoniques et pour les contours des massifs de roches cristallines dites primitives; pour ces dernières, notre tracé s'accorde, à très-peu de chose près, avec celui de la *Carte géologique de la France*, qui nous a paru généralement beaucoup plus approcher de la vérité que ceux des cartes plus récentes.

Quant à la belle *Carte de la Savoie septentrionale et du massif du mont Blanc*, par M. Alphonse Favre (Genève, 1862), elle nous paraît très-exacte et très-complète pour le versant occidental du mont Blanc et de la chaîne primitive en général; mais nous la croyons défectueuse sur le versant oriental et dans la partie de la Tarantaise qui s'y trouve comprise; la plus grande partie des masses qui y sont groupées sous la teinte bleue et rapportées au *lias*, depuis Sembranchier (Valais) jusqu'à Moutiers, nous paraît, comme on le verra plus loin, appartenir à la série *triasique*.

Nous croyons donc pouvoir présenter cette *Carte géologique de la Tarantaise et de la Maurienne* comme un travail presque entièrement neuf. Ce sera, nous l'espérons, une excuse pour les inexactitudes qu'il peut encore renfermer, et nous sommes loin de nous dissimuler qu'il reste encore beaucoup à faire pour l'étude détaillée de plusieurs massifs d'une exploration difficile, surtout dans le voisinage de la frontière du Piémont. Cette carte et celle du Briançonnais sont, pour cette partie des Alpes qui s'étend du mont Blanc au mont Viso, les premières où se trouve figurée dans son ensemble la grande extension des *grès à anthracite* rapportés au *terrain houiller*, et dans lesquelles est attribué au système *triasique* un développement immense, qui embrasse une grande partie des masses géologiques regardées précédemment comme *lias* ou *grès à anthracite* plus ou moins modifiés. Dans ce système *triasique* rentrent tous les amas de *gypse* et d'*anhydrite*, quelquefois *salifères* (Moutiers, Bourg-Saint-Maurice), de grandes masses de calcaires magnésiens plus ou moins cristallins, contenant généralement des cristaux de feldspath *albite* visibles à l'œil nu ou microscopiques (environs du Chapiu, de Moutiers, fort de l'Esseillon, Petit-Mont-Genis, etc.), les *grès blancs* ou *bigarrés*, passant au *quartzite*, désignés souvent sous le nom de *verrucano*, enfin l'énorme groupe des *schistes lustrés calcaréo-talqueux*, qui forment le Petit-Saint-Bernard, le Mont-Genis, le Haut-Queyras et une grande partie du versant piémontais, sur toute l'étendue des Alpes Graies et Cottiennes.

Essai sur la structure géologique de la partie des Alpes comprise entre le mont Blanc et le mont Viso.

Pour résumer en peu de mots la structure géologique de cette région, nous la diviserons, dans le sens de la direction des chaînes, en quatre zones longitudinales.

Première zone. — La première zone, à l'ouest, est celle de la *chaîne granitique des Alpes occidentales*. Elle comprend la longue arête de roches cristallines souvent désignée sous le nom de *chaîne de Belledonne*, s'étendant de Beaufort (Savoie) à Valbonnais (Isère) et à laquelle se rattachent plus ou moins visiblement, au nord, les massifs du mont Blanc et des Aiguilles-Rouges, à l'est et au sud, les massifs de Rocheray, des Grandes-Rousses et du Pelvoux. Sur ces saillies de roches cristallines, composées de schistes chloriteux ou micacés, de gneiss, de protogine et de diverses variétés de granite, s'appuient des dépôts morcelés et généralement peu épais de *grès houiller* et de *trias*, et une grande formation de *lias schisteux*, remplissant les plis intermédiaires et rejetée principalement en deux bandes latérales sur les deux versants.

La discontinuité et la faible épaisseur des dépôts *houillers* et *triasiques* constituent un caractère très-remarquable de cette zone. Les couches des *grès houillers* (grès à anthracite) sont le plus souvent sensiblement parallèles à celles des schistes cristallins; cependant il n'en est pas toujours ainsi; il y a, sur divers points, discordance de stratification bien marquée, et, en général, discontinuité bien évidente entre ces deux formations. Quant aux assises *triasiques*, très-variables de développement et d'épaisseur, elles reposent indifféremment sur les schistes cristallins, ou sur les grès houillers, avec des discordances de stratification souvent très-prononcées. On peut en conclure que la zone en question formait déjà, à l'époque houillère, un plateau saillant et accidenté, qui ne fut submergé et recouvert que dans ses parties les plus basses, comme cela eut lieu, à la même époque, pour le *plateau central* de la France. A l'époque du *trias*, cette même zone était encore plus accidentée et avait déjà subi des bouleversements très-marqués. Toutefois, pendant la période du *lias*, elle paraît avoir été complètement submergée et recouverte d'un épais dépôt de calcaires et de schistes argilo-calcaires qui reposent indifféremment sur tous les terrains plus anciens. Ce n'est que par les dislocations ultérieures que cette couverture de *lias* a été

déchirée et que les roches cristallines ont reparu en vastes *trouées* où se trouvent aujourd'hui les cimes les plus saillantes de nos Alpes.

Cette zone est limitée à l'est par une grande *faille*, qui règne, sans interruption, sur plus de 150 kilomètres de longueur. Elle commence en Valais, avec la chaîne du mont Blanc, entre Martigny et Saxon; elle passe par Sembranchier, le col Ferret, l'Allée-Blanche, les cols de la Seigne, de Roselein, du Cormet, par Aigueblanche, le col de la Madeleine, Saint-Jean-de-Maurienne, le col d'Arves, Entraigues, le col de Martignare, et, par la partie supérieure des pâturages de la Grave et du Villard-d'Arène, elle vient, au Lautaret, finir sur le flanc nord-est du massif du Pelvoux. C'est peut-être le trait orographique le plus étendu et le plus important de la structure des Alpes occidentales.

Le *pied* de cette *faille* (désignée dans les coupes, ci-jointes [Pl. X] par F) est formé par le *lias schisteux* , à Bélemnites, qui s'appuie sur le versant oriental des massifs cristallins. Cette bande de *lias* , dont les caractères sont parfaitement constants, se suit sans discontinuité depuis le Lautaret jusqu'aux cols du Bonhomme et des Fours (voy. fig. 4); interrompue seulement sur 10 kilomètres, au col de la Seigne et dans le haut de l'Allée-Blanche (fig. 6), elle reprend, à partir du glacier de la Brenva, sur le flanc du mont Blanc (fig. 7), et, par le val Ferret et Sembranchier, elle se prolonge tout le long de la chaîne granitique. Ses couches, plongeant constamment vers l'est-sud-est, viennent buter par leurs tranches contre les roches formant la *tête de la faille* , qui plongent aussi, en général, dans le même sens.

Deuxième zone. — Ces roches appartiennent à notre deuxième zone, que l'on peut partager transversalement en deux sections très-distinctes.

1° Depuis le Valais jusqu'à Moutiers, la deuxième zone est constituée presque exclusivement par un énorme développement de roches *triasiques*, formant une ligne de grands escarpements, les escarpements du val Ferret, du val d'Entrèves et de l'Allée-Blanche, à la base desquels on voit, près de Courmayeur, apparaître les roches cristallines de la Saxe et du mont Chétif (fig. 6 et 7), les escarpements du col de la Seigne, du Chapiu (fig. 4), du Cormet, ceux à l'est de Naves, d'Aigueblanche et des Avanchers, jusqu'au col du Golet, entre cette dernière commune et Saint-Jean-de-Belleville. Cette zone *triasique* est traversée par plusieurs *cluses*, de Sembranchier au Chable (vallée de Bagnes), de Courmayeur à Morgex (vallée

d'Aoste), du Chapiu au Bourg-Saint-Maurice ; l'Isère la coupe d'abord très-obliquement, d'Aime à Moutiers, et ensuite perpendiculairement, de Moutiers à Aigueblanche. Dans toute cette étendue, les roches dominantes sont des *schistes lustrés calcaréo-talqueux*, entremêlés de calcaires cipolins, micacés et quartzeux, et auxquels se rattachent inséparablement de nombreux dépôts de *gypse*, intercalés à différents niveaux, vers la base et à la partie supérieure des schistes. Nous n'y voyons rien qui puisse être rapporté au *lias*, si ce n'est le petit massif isolé de Villette, formé de roches calcaires toutes spéciales, en grande partie bréchiformes, comprenant surtout la fameuse couche de *brèche de Villette*, avec Bélemnites et autres fossiles. Ce petit lambeau, affaissé dans la vallée de l'Isère, sans liaison avec le terrain environnant, appartient probablement au *lias moyen*, et peut être considéré comme le témoin d'une extension locale du dépôt du *lias* dans quelque anfractuosité du rivage triasique. Peut-être faut-il y rattacher les calcaires analogues, plus ou moins bréchiformes, que l'on voit encore former un petit affleurement à Aime, sous la chapelle de Saint-Sigismond.

2° Au sud de Moutiers, la constitution de la deuxième zone change brusquement. Elle ne montre plus qu'un médiocre développement des assises *triasiques*, d'où disparaît presque complètement le type des *schistes calcaréo-talqueux*, mais où se montrent toujours des *quartzites* et des *gypses*, accompagnés de *cargneules* et de schistes argileux rouges ou noirs. Ces *gypses* et *cargneules triasiques* affleurent presque partout à l'ouest, au bord de la *faille*, depuis le col de la Madeleine jusqu'au Lautaret. Ils sont recouverts par des calcaires du *lias*, qui commencent à Feissons, entre Moutiers et Brides, et qui prennent un développement considérable dans le massif des Encombres, entre Saint-Jean-de-Maurienne et Saint-Michel, puis aux Albiez, à la base des Aiguilles-d'Arves, à Albane, Valloires, enfin dans les crêtes du Galibier. La deuxième zone devient ainsi principalement *liasique*, et le *trias* n'y apparaît plus que par bandes étroites, par suite de profondes déchirures et de bouleversements extrêmement compliqués.

De plus, une partie de cette zone, sur toute la longueur, depuis les environs de Moutiers jusqu'au Lautaret, s'est affaissée par une *faille* de direction nord-sud, et est devenue, dans le cours de la période tertiaire, un golfe long et étroit, communiquant, vers le sud, avec la mer nummulitique : il s'y est formé un énorme entassement de poudingues, de grès et de schistes argileux, avec

quelques couches calcaires où l'on trouve des *Nummulites*, à la base de la formation, à Montricher, à Saint-Julien et dans le haut du vallon de Nantbrun, sur Saint-Jean-de-Belleville (1). Ces grès *nummulitiques*, que l'on a longtemps confondus avec les grès à *anthracite*, forment une crête sauvage, d'un aspect tout spécial, dont les principaux sommets sont, au sud de la vallée de Maurienne, les Aiguilles-d'Arves (3500 mètres), les pics de Goléon (3429) et des Trois-Évêchés (3120), au nord, les cimes du Grand-Coin, de Varbuche, du Fus, et enfin le pic du Cheval-Noir (2831 mètres) par lequel se termine brusquement cette bande nummulitique, entre Saint-Jean-de-Belleville et le col de la Madeleine.

La deuxième zone est peut-être la plus remarquable par les caractères spéciaux que les terrains y présentent, aussi bien que par la complication extrême des dislocations qu'ils y ont subies. Pour le *lias*, elle montre le passage graduel de la structure schisteuse, qui domine encore sur son bord occidental, de Saint-Jean-de-Maurienne au Lautaret, et même au nord, entre Moutiers et Brides, à la structure en partie schisteuse, en partie compacte, qu'il présente dans le massif des Encombres, et enfin à la structure presque entièrement compacte qu'il prend au Galibier, et qu'il conserve dans tout le Briançonnais. Le *lias* du massif des Encombres, qui établit si clairement cette transition entre le faciès argilo-calcaire schisteux de la première zone et le faciès compacte des *calcaires du Briançonnais*, est d'ailleurs un des mieux caractérisés par ses fossiles et surtout par la constance avec laquelle se montrent, à sa base, les couches à *Avicula contorta*, à Brides, à Villarly, à Valorsière, au col de Varbuche ou de la Platière, et surtout dans la magnifique coupe du massif par la vallée de l'Arc, de Saint-Julien au Pas-du-Roc, près Saint-Michel (voy. la coupe fig. 4 de la *Réunion extraordinaire en Maurienne*, *Bull.*, 2^e sér., t. XVIII, pl. XV et la planche X ci-jointe, fig. 4).

(1) Ces trois gisements de *Nummulites* sont à la limite orientale de la bande *nummulitique* et semblent, au premier abord, se trouver dans les couches *supérieures* de la formation. Mais un examen un peu attentif montre que le terrain nummulitique est replié sur lui-même, en forme de *V* couché obliquement, l'ouverture à l'ouest, comme nous l'avons démontré et figuré pour Saint-Julien, dans nos profils du flanc droit de la vallée de Maurienne (*Bull.*, 2^e sér., t. XVIII, pl. I et XV). Ce repli paraît s'être effectué, d'une manière générale, sur toute la longueur de la bande nummulitique, depuis Saint-Jean-de-Belleville jusqu'au Lautaret.

Cette zone montre surtout, comme cachet particulier, un développement extraordinaire de roches fragmentaires, de conglomérats, dans des terrains très-différents. Nous venons de citer les poudingues *nummulitiques*, comprenant le célèbre conglomérat des Aiguilles-d'Arves et se prolongeant, au nord, jusqu'au pic du Cheval-Noir. Tout près de ce pic, au col du Golet, apparaît un conglomérat aussi hétérogène et presque aussi grossier, où l'on trouve des Gryphées, appartenant probablement au *lias moyen*. Des poudingues liasiques semblables et dans la même position se voient un peu au nord-ouest du col du Galibier; il en est probablement ainsi de ceux de Prorel, à l'ouest de Briançon; enfin la brèche de Villette est dans les mêmes conditions stratigraphiques (1).

Mais il existe dans les mêmes localités d'autres conglomérats qui sont intercalés dans le *trias*, en alternance avec les schistes lustrés calcaréo-talqueux, et surtout à la base de ces schistes, en contact avec les calcaires magnésiens à cristaux d'*albite*. Tels sont les poudingues ou brèches que l'on rencontre à chaque pas, dans la coupe de la zone triasique, par la vallée de l'Isère, d'Aigueblanche à Moutiers et de Moutiers à Villette. La coupe figure 3 montre comment ces brèches et les schistes qu'elles accompagnent sont recouverts par les *gypses* et ceux-ci par l'*infra-lias* bien caractérisé, à *Avicula contorta*, etc., entre Moutiers et Saint-Jean-de-Belleville.

(1) Au pied même de cette faille, dans la première zone, le *lias* présente aussi çà et là, à sa base, des dépôts locaux d'une structure spéciale, plus ou moins fragmentaire, surtout quand il repose directement sur le terrain primitif. M. Élie de Beaumont a décrit depuis longtemps des faits de ce genre, par exemple aux Freaux, près de la Grave (*Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans*, in *Ann. des mines*, 3^e sér., t. V). — Les schistes de l'Échaillon, près de Saint-Jean-de-Maurienne, dont la classification est restée incertaine lors de la Réunion extraordinaire de la Société géologique en 1861 (voy. le *Bull.* de cette Réunion) et qui avaient paru situés *au-dessous des gypses*, sont, en réalité, *au pied de la faille*, dont ces gypses forment le bord supérieur; et les couches calcaires intercalées dans ces schistes, tout près de leur base, nous ont fourni des Bélemnites et des Ammonites, bien positivement en place. Ce paquet de schistes éminemment métamorphiques, dont on retrouve les analogues à Montvernier et autres points environnants, fait donc réellement partie de la bande *liasique* de la première zone (voy. la coupe fig. 4).

Un autre dépôt local très-remarquable, situé dans les mêmes conditions orographiques, est celui des grès que l'on trouve à l'extrémité

Ces mêmes conglomérats *triasiques* sont très-développés en dessous du col du Cormet, autour du Chapiu, au col de la Seigne et dans l'Allée-Blanche, où ils sont décrits par de Saussure. Dans le haut de l'Allée-Blanche, les deux pyramides si remarquables qui se dressent au front de la faille, contre la base du Mont-Blanc (voy. la coupe fig. 6), sont formées, l'une de calcaire magnésien *albitifère*, l'autre d'une brèche grossière à ciment calcaire, immédiatement accolée à la première.

Les conglomérats du *trias* de la Tarantaise sont, en général, moins grossiers et moins hétérogènes que les conglomérats *liasiques* ou *nummulitiques*; les fragments, généralement arrondis, proviennent en partie des assises triasiques inférieures, calcaires et quartzites, en partie des *grès houillers* et des roches primitives. Ces cailloux sont fortement comprimés, souvent aplatis, déformés ou fendus par la pression, et solidement reliés par un pâte argilo-calcaire lustrée, à enduits talqueux, laminée par la même pression en feuillets qui se contournent autour des noyaux.

L'abondance des conglomérats dans le *trias* et dans le *lias* de cette zone, aussi bien que dans le dépôt *nummulitique* qui s'y est produit beaucoup plus tard, semble indiquer qu'elle a été, aux diverses époques géologiques de ces formations, un détroit ou un golfe très-encaissé, bordé de pentes roides plus ou moins saillantes, et dont les eaux étaient soumises à des causes d'agitation énergiques. Le nom de *fossé intra-alpin*, employé par M. Fournet

sud-ouest de la chaîne du Mont-Blanc, au Bonhomme et sur le plateau des Fours (voy. fig. 4 et 5). Ces grès et poudingues, qui avaient vivement fixé l'attention de de Saussure, présentent en effet un aspect et une structure dont nous ne connaissons point d'analogie dans cette région des Alpes. Ils sont d'une teinte claire, jaunâtre, purement quartzeux, avec des cailloux également quartzeux, parfaitement arrondis. Ils forment une assise de plus de 400 mètres d'épaisseur, qui repose immédiatement sur les tranches du gneiss et supporte le *lias schisteux*, à Bélemnites, du col du Bonhomme et du signal des Fours. Dans les couches supérieures de ces grès, on trouve des empreintes de Peignes (*Pecten valoniensis* ?); un peu plus bas, ils alternent avec une série de bancs de calcaires magnésiens lourds, d'un gris de fer, dont une couche a la structure d'une lumachelle, pétrie de petites bivalves indéterminables (*Avicula contorta* ??, *Cardita austriaca* ??). Malgré l'incertitude de la détermination de ces fossiles, on ne peut guère douter que ces grès ne représentent un dépôt local *infra-liasique*, avec un aspect insolite dans la région des Alpes, mais qui rappelle très-bien celui des grès *infra-liasiques* de diverses localités du centre et de l'est de la France.

avec une extension un peu différente, ne saurait être appliqué avec plus de justesse qu'à cette dernière zone et nous semble une expression heureusement choisie pour en représenter le caractère spécial.

Ce caractère ne se prononce d'ailleurs qu'à partir des dépôts *triasiques*, au-dessous desquels la deuxième zone ne montre que très-peu d'affleurements des terrains plus anciens. Les seules *trouées* de terrains cristallins se voient à Courmayeur (la Saxe et Mont-Chétif) et à Hautecour, près de Moutiers. Les assises du *trias* y reposent immédiatement sur les schistes cristallins ou n'en sont séparées, sur quelques points très-restreints, que par une faible épaisseur de grès anthracifères. Ainsi, autant qu'on peut en juger par ces affleurements, le terrain *houiller* paraît être, dans la deuxième zone, dans les mêmes conditions de discontinuité et de faible puissance que dans la première. On va voir qu'il en est tout autrement dans la zone suivante.

Troisième zone. — La troisième zone est presque entièrement formée par les grès à *anthracite*, appartenant au *terrain houiller*. Cette zone de grès, que l'on suit depuis les environs de Sion en Valais jusqu'au sud de Briançon, est encore très-nettement séparée de la zone précédente par une *faille*, ou plutôt par l'*alignement de deux grandes failles* qui se succèdent. La première commence en Valais et passe à peu près par Verbier, Liddes, le col Fenêtre (à l'ouest du Grand-Saint-Bernard), le col de la Serena, Morgex, la Thuile, le Petit-Saint-Bernard, le Bourg-Saint-Maurice, Granier, Aime et Longefoy. Sur toute cette ligne, les couches du *trias* butent irrégulièrement contre les grès à *anthracite*.

Au sud de Longefoy et des mines de Macot, les grès à *anthracite* se cachent momentanément sous les roches triasiques du Mont-Jovet; la *faille* continuant par Notre-Dame-du-Pré, par Montfort, passe à l'est à Moutiers, où elle fait apparaître le petit affleurement de grès houiller du bois des Routes, et vient se terminer dans le bas de la vallée de Belleville, où elle détermine un autre affleurement houiller, sous Villarlurin et un peu en amont. Mais les grès à *anthracite* reparaissent en une large zone, au pied sud du mont Jovet, dans le bassin du Doron, aux Allues, etc., et ils sont encore nettement limités à l'ouest par une nouvelle *faille*, qui commence un peu à l'est et presque en face de la terminaison de la précédente, dont elle prend, pour ainsi dire, la place. Cette faille prend naissance au-dessus de Villarlurin, passe par Saint-Martin-de-Belleville, par le col des Encombres, Saint-Michel, Valloires, le col de la Ponsonnière, et vient finir dans la vallée de

la Guisane, un peu en aval du Monestier-de-Briançon. C'est au bord de cette faille que se montrent les retroussements et les renversements des calcaires du *lias* et des assises *triasiques*, d'où résultent les apparences de superpositions anormales tant de fois citées aux Encombres, à Saint-Michel, au Chardonnet, etc. Ces faits s'expliquent dès lors sans difficulté et rentrent dans la catégorie des accidents que l'on observe habituellement au bord des grandes *failles*, dans le Jura, dans les chaînes secondaires de l'extérieur des Alpes, etc.

Les grès à anthracite de cette zone ont un développement de plusieurs milliers de mètres d'épaisseur, qui contraste avec la faible puissance des grès à anthracite de la première zone. Des deux côtés de la gorge de l'Arc, entre Saint-Michel et Modane, ils s'élèvent à 2000 ou 2500 mètres au-dessus de la rivière. Leur richesse en charbon est loin d'être proportionnée à cette énorme puissance du terrain. Dans la Savoie et dans la vallée d'Aoste, de même que dans le Briançonnais (*Bull.*, 2^e série, t. XVIII, p. 773 et suiv.), les couches d'anthracite paraissent nombreuses, mais généralement minces; sauf quelques renflements locaux que l'on peut attribuer à des *refoulements* corrélatifs des *serrées* qu'elles éprouvent sur d'autres points, la puissance moyenne de ces couches ne dépasse guère 1 mètre et est très-souvent moindre; le combustible est presque toujours très-impur, friable et de qualité très-inférieure aux anthracites de la grande couche de la Mure et de quelques gîtes de l'Oisans. Un autre caractère de cette grande zone de grès à anthracite, c'est que les empreintes végétales y sont rares et qu'on n'y trouve guère que des *tiges* de *Sigillaria*, de *Lepidodendron*, de *Calamites*, etc., tandis que les *feuilles* de fougères sont généralement très-abondantes dans les grès à anthracite de la première zone.

Ces diverses circonstances nous paraissent être en rapport avec les conditions différentes dans lesquelles se sont formés les dépôts houillers. A la Mure, dans l'Oisans, et enfin à Petit-Cœur et autres localités situées sur les versants immédiats de la grande chaîne granitique, la faible puissance et la discontinuité des grès à anthracite tendent à montrer qu'ils ont été formés dans des bassins circonscrits, dans les dépressions des terrains primitifs qui étaient déjà plus ou moins bouleversés et en partie émergés; ces terrains formaient un sol accidenté, sec par endroits, marécageux ou inondé ailleurs, et de là le mélange de plantes très-variées, appartenant à ces différentes stations. Au contraire, les grès à anthracite de la troisième zone, c'est-à-dire ceux du Briançonnais,

de la Haute-Maurienne, de la Haute-Tarantaise, etc., sont des dépôts beaucoup plus continus et plus puissants, qui ont dû être formés dans un bassin beaucoup plus vaste, dans un large détroit continu, entre le massif *primitif* de la première zone et le massif *primitif* de la quatrième, qui borde immédiatement les plaines du Piémont. De là le caractère plus uniforme et plus généralement aquatique de la végétation fossile de ce grand bassin. Mais, vers les extrémités ouest et nord de la zone, il y a quelques stations où les feuilles de fougères reparaissent, par exemple au col des Encombres, à Macot, etc., ce qui nous paraît indiquer le voisinage d'un rivage plus bas et plus accidenté (1).

Au-dessus des *grès à anthracite*, viennent des lambeaux de *trias* dont le développement est assez variable. Les *grès blancs* ou *bigarrés*, dits *quartzites*, qui en forment généralement l'assise inférieure, manquent sur divers points, aux environs de Moutiers (Longefoy, Villarlurin), tandis que, dans la Maurienne et le Briançonnais, ils sont souvent seuls ou recouverts seulement par des cargneules et des gypses. Ces assises *triasiques* sont surmontées souvent de calcaires compactes du *lias*, par exemple au Mont-Thabor, au Chardonnet, etc. (*Coupes géologiques du Briançonnais*, Bull., 2^e série, t. XX, pl. IV).

Quatrième zone. — La quatrième zone est encore séparée de la troisième, sur beaucoup de points, par une série de failles alignées, bien marquées, par exemple, à Pesey, à Modane (2), à Névache et jusqu'à Briançon (3). Ces failles sont de sens *inverse* à celles qui ont déterminé l'échelonnement des trois premières zones : la quatrième zone est affaissée par rapport à la troisième ; les *grès à anthracite* de celle-ci sont en contact, par leurs tranches, avec des couches *triasiques* ou *liasiques* de la zone orientale. La zone des *grès à anthracite* est donc la vraie zone médiane de nos Alpes ; c'est la *clef de voûte*, de part et d'autre de laquelle les autres pièces du système sont placées en gradins descendants, vers la France ou vers l'Italie.

La quatrième zone est très-large ; nous l'étendons jusqu'au bord des plaines du Piémont. Nous n'y connaissons aucun gisement bien constaté de *grès à anthracite* ; mais on y voit surgir, par de larges *trouées*, des massifs de roches cristallines, sur lesquelles reposent immédiatement des assises *triasiques* d'une puissance

(1) *Description géologique du Dauphiné*, § 260.

(2) Bull., 2^e sér., t. XVIII, pl. I et pl. XV, fig. 1.

(3) Bull., 2^e sér., t. XX, pl. IV.

variable, souvent gigantesque. C'est au *trias* de cette zone qu'appartient l'immense paquet des *schistes lustrés calcaréo-talqueux* du Queyras, du Mont-Cenis, du col Iseran, d'Aoste, etc. Sur ce *trias* reposent des massifs de calcaires compactes, ceux du Briançonnais, du Mont-Genève, du col de la Roue, et, au nord de l'Arc, l'énorme pâtre de la Vanoise, traversé par le col de ce nom, et les masses calcaires qui s'élèvent des deux côtés du val de Tignes, entre Champagny et la source de l'Isère. L'identité de position de ces calcaires, dont les premiers sont reconnus appartenir au *lias*, conduit à les rapporter tous à ce même terme de la série géologique.

Enfin, du côté de l'est, les assises *triasiques* de cette zone reposent sur de larges saillies de roches cristallines, qui, presque partout, d'Ivrée à Saluces, bordent immédiatement les plaines du Piémont.

La quatrième zone nous paraît donc avoir été, dans son ensemble, émergée pendant la période *houillère*, submergée dans la période *triasique*, mais sans dislocations bien marquées. Du moins, dans toutes les parties qui nous sont connues, les couches du *trias* reposent en stratification sensiblement parallèle sur les schistes cristallins (massifs de l'Iseran, de la Vanoise, du Mont-Cenis, vallée d'Oulx, Mont-Viso). Après la période *triasique*, il se serait produit un mouvement de bascule par suite duquel la majeure partie de la zone aurait émergé de nouveau; le dépôt du *lias*, représenté par les calcaires du Briançonnais, ne paraît s'y être étendu que sur une lisière étroite de son bord occidental, jusqu'à une ligne passant à peu près par les sources de l'Ubaye, de la Durance et de l'Isère, en même temps qu'il recouvrait en grande partie les trois zones plus occidentales.

Résumé et conclusions. — Si l'exposé que nous venons de présenter résume exactement la structure stratigraphique de cette partie des Alpes, il en résulterait que la distribution et les variations de puissance ou de caractères des divers terrains y sont en relation intime avec les traits orographiques les plus continus, avec les grandes lignes de dislocation auxquelles se coordonnent tous les accidents importants de son relief. Délimitées aujourd'hui très-nettement par les trois lignes de *failles* que nous avons tracées, nos quatre zones devaient être déjà plus ou moins distinctes dès l'époque du *lias*, dès celle du *trias*, en partie même dès l'époque *houillère*. Les emplacements et les directions des principales dislocations qui ont produit le relief actuel semblent ainsi avoir été préparés de longue date; le plan général de l'édifice des Alpes

nous paraît avoir été déterminé dans une période très-reculée ; et, dès avant la période houillère, les fondations de cet édifice, si l'on peut ainsi parler, étaient déjà posées, de manière à en montrer la disposition future et les principaux alignements, dans les deux zones de roches primitives des Alpes occidentales et du versant piémontais. La distribution des divers dépôts successifs, les dislocations qui les ont affectés, ont été nécessairement coordonnées à ces premières dispositions générales.

Au point de vue de la théorie des actions *orogéniques*, cette partie des Alpes confirme ce que démontrent plus clairement encore des régions d'une étude plus facile, comme les chaînes extérieures des Alpes, le Jura, etc. : c'est que les traits fondamentaux, primordiaux, de la structure des massifs de montagnes sont presque toujours des *failles*, continues ou alignées sur de très-grandes longueurs. Les gradins déterminés par ces failles ont joué le rôle d'obstacles, d'*appuis résistants*, contre lesquels les couches ont été cambrées ou redressées, souvent renversées, ou bien plissées en grand et soulevées en voûtes plus ou moins profondément rompues par ces puissantes actions de *refoulement* qu'avait si bien aperçues le génie observateur de de Saussure. C'est précisément sur nos deux zones les plus affaissées, à l'ouest et à l'est, que ces *refoulements* se sont exercés le plus directement, le plus librement ; c'est là qu'ils ont produit les plis convexes les plus considérables, les plus larges *trouées* de terrains anciens, leur structure fréquemment *en éventail*, enfin les cimes les plus élevées. C'est seulement dans ces deux zones latérales que nous trouvons des sommités dépassant 3500 mètres d'altitude. Les deux zones médianes, surhaussées d'abord par les failles, ont été ensuite écrasées entre ces gonflements des zones latérales ; par suite, leurs couches ont été généralement refoulées en plis concaves, souvent repliées sur elles-mêmes, souvent renversées, comme le montre d'une manière si remarquable la coupe de la Maurienne entre Saint-Jean et Saint-Michel ; et ces accidents, qui ont donné lieu à tant de discussions, deviennent tout simples et faciles à comprendre, du moment qu'on a reconnu les grandes lignes de dislocation, les grandes *failles*, auxquelles ils sont subordonnés.

Coupes géologiques (planche X).

Dans l'exposé ci-dessus, j'ai renvoyé plusieurs fois à la coupe générale du flanc nord de la Maurienne, que j'ai dressée pour le compte rendu de la Réunion extraordinaire, en septembre 1861

(*Bull.*, 2^e série, t. XVIII, pl. XV, fig. 1), ou à celle que j'avais donnée auparavant (*Ibid.*, pl. I) et qui se prolonge par le Petit-Mont-Cenis jusqu'à Suse. Je mets sous les yeux de la Société un nouveau profil général des Alpes, à l'échelle de $\frac{1}{40\,000}$, à peu près suivant la direction de Lyon à Turin, par les Échelles, Allevard, Saint-Jean-de-Maurienne, Modane, le Petit-Mont-Cenis et Suse. En attendant la publication de ce profil, pour l'achèvement duquel il me manque encore quelques données, entre Suse et Turin, j'en donnerai ici un extrait, destiné à compléter la coupe de 1861 et à la rectifier sur deux points importants, mentionnés ci-dessus, le col des Encombres et l'Échaillon, près de Saint-Jean-de-Maurienne (1).

Légende générale.

- E, Schistes, grès et conglomérats du terrain *nummulitique*.
 n, Couches à *Nummulites*.
 L, *Lias* schisteux; L', *lias* compacte.
 k, *Infra-lias*, couches à *Avicula contorta*, etc.
 s, Schistes argileux rouges ou verts ou noirs, accompagnant le gypse.
 d, Dolomies et cargneules, également associées au gypse G.
 z, Schistes lustrés calcaréo-talqueux et calcaires micacés; z', brèches alternant avec les schistes lustrés.
 D, Calcaires magnésiens plus ou moins grenus ou cristallins, avec cristaux d'*albite* disséminés, visibles à l'œil nu ou microscopiques.
 Q, Grès blancs ou bigarrés, passant au quartzite.
 H, Grès à anthracite, terrain houiller.
 Y, Schistes cristallins; Y', protogine.
 O, Serpentes et roches diallagiques.

Fig. 1. — Profil des cimes du flanc nord de la Maurienne, de Montpascal au col des Encombres. — Cette coupe met en évidence la première grande ligne de faille, F, qui sépare la première zone

(1) La coupe générale (*Bull.*, t. XVIII, pl. I) doit être aussi rectifiée à la descente du Mont-Cenis vers Suse; les couches des *schistes lustrés triasiques* S commençant à se montrer sur la route, comme la coupe l'indique, un peu au-dessous du Molaret, ne plongent pas au S. E. jusqu'à Suse, mais seulement jusqu'à mi-chemin, jusqu'à Jaillon, où ils se relèvent, par un pli concave, de manière que leurs couches inférieures reparassent sur un nouvel affleurement des calcaires magnésiens D relevés vers le sud-est, sur le flanc d'une autre chaîne de schistes cristallins Y.

de la deuxième, la faille subordonnée, *f*, qui limite à l'est la bande de terrain *nummulitique* et le long de laquelle ce terrain est renversé sur lui-même, enfin la deuxième grande ligne de faille *F'*, qui passe au col des Encombres et sépare la deuxième zone de la troisième, comme nous l'avons dit ci-dessus. Cette coupe me paraît montrer clairement que la stratigraphie du col des Encombres ne peut pas s'expliquer d'une manière complète par un simple repli renversé, comme l'avait pensé M. Favre et comme on l'avait généralement admis, mais qu'elle devient très-facile à comprendre dès que l'on fait intervenir la faille *F'*. Les couches du terrain houiller *H*, formant la lèvre supérieure, sont cambrées et plissées au bord de la faille, comme le représente notre profil. Les assises du *trias* et du *lias*, formant la lèvre inférieure, sont retroussées et refoulées, renversées sur elles-mêmes, comme c'est le cas très-fréquent au pied des failles du Jura et des chaînes subalpines. Cette faille coupe la vallée de l'Arc, au Pas-du-Roc, près de Saint-Michel, et elle explique la disparition successive des quartzites *Q* et du gypse *G*, à mesure que l'on descend du col des Encombres vers ce point.

Je joins à ce profil celui des terrains de l'Échaillon, puis Saint-Jean-de-Maurienne. La série des roches feuilletées superposées au terrain primitif *Y*, paraît, comme on l'a vu ci-dessus, appartenir au *lias* *L*. Jusqu'à présent je ne vois pas moyen d'en séparer les schistes éminemment métamorphiques, micacés, amphiboliques, etc., qui s'y trouvent intercalés, à moins que l'on n'arrive à expliquer cette intercalation par un *glissement* analogue à celui par lequel j'ai essayé de rendre compte de l'anomalie de Petit-Cœur (1). Quoi qu'il en soit, ces roches sont certainement en avant de la faille *F*, qui passe dans le ravin de Mont-André, et elles ne plongent point sous le gypse *G*, comme le supposait notre coupe de 1861; ce gypse forme l'autre bord de la faille, ici comme à Montpascal et jusqu'au col de la Madeleine. Dans la faille même, en remontant le ravin de Mont-André, on remarque une brèche curieuse, formée de grands fragments de schistes du *lias*, décolorés et imprégnés de silice et reliés par des veines de quartz cristallin.

Fig. 2. — Coupes de la vallée de Valloires : 1° en face du chef-lieu; 2° à environ 1 kilomètre en amont. — Ces coupes montrent comment, par un rapprochement local des deux failles *f* et *F'* de

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. XVII, p. 48.

la précédente, la bande liasique et triasique, prolongement de celle des Encombres, se trouve réduite à l'état rudimentaire, et même, un peu en amont, au Vernay, elle semble disparaître. Mais elle reparait bientôt, à Bonnenuit, et reprend, dans le massif du Galibier, toute son importance et une disposition analogue à celle du massif des Encombres. (*Coupes du Briançonnais*, Bull., 2^e sér., t. XX, pl. IV, fig. 4.)

Fig. 3. — *Coupe de la vallée de Belleville, près de Moutiers, un peu en dessous du hameau de Villarly.* — Cette coupe fait voir comment le système des *schistes lustrés* et *calcaires micacés* de la Tarantaise (z), comprenant, entre autres, les schistes dits de la Madeleine, près de Moutiers, avec les brèches qui leur sont associées (z'), s'enfonce régulièrement sous les gypses (G), accompagnés de schistes noirs (s') et de schistes rouges exploités comme ardoises (s²) et ceux-ci sous l'*infra-lias* (k) qui sert de base au *lias* proprement dit. Celui-ci, qui représente le commencement, vers le nord, de la bande des Encombres, est redressé et replié sur lui-même, au pied de la faille F', commençant un peu plus au nord, au-dessus de Villarlurin. Cette coupe, signalée par M. Vallet, est très-importante pour la délimitation rigoureuse du *lias* et du *trias* dans la Tarantaise, puisqu'elle montre, à la limite de ces deux terrains, un horizon fossilifère bien caractérisé, où M. Vallet a trouvé *Avicula contorta*, Port., *Pecten valoniensis*, Defr., *Plicatula intus-striata*, Emm., *Mytilus psilonoti*, Quenst., etc., fossiles reconnus et déterminés par M. Ant. Stoppani.

Fig. 4. — *Coupe du Bonhomme au Petit-Saint-Bernard.* — p, grès et conglomérats *infra-liasiques* du Bonhomme et du plateau des Fours. Cette coupe montre encore les deux grandes lignes de faille F et F', qui séparent la première zone de la deuxième et celle-ci de la troisième. La deuxième zone est toute formée de schistes lustrés (z) alternant avec des calcaires micacés et des brèches (z'); ces roches ont été généralement classées jusqu'ici dans le *lias*, parce qu'on les a cru superposées au vrai *lias* (l) du col du Bonhomme (première zone); la coupe met en évidence la faille F et la discontinuité qui existe entre ces deux groupes de couches.

Fig. 5. — *Détail des grès infra-liasiques (p) du plateau des Fours, du côté de la descente vers le Mottet.* — 1^o Grès quartzeux assez fins, d'un gris pâle, devenant jaunâtres à l'air; une des couches supérieures, tout près du col des Fours, renferme des empreintes de Peignes (*P. valoniensis* ?); plus bas, ils sont un peu plus grossiers et contiennent quelques cailloux de quartz parfaitement arrondis; cette assise a une épaisseur d'environ 50 mètres.

2° Brèches et poudingues à cailloux quartzeux et ciment de calcaire magnésien.

3° Dolomie grise, dont une couche prend la structure de *lunachelle* à petites bivalves : *Avicula contorta*??, *Cardita austriaca*??, etc.

La série de ces couches se suit pas à pas, sur le plateau des Fours, en allant du col vers le mamelon isolé de *lias* schisteux qui porte le signal au nord (alt. 2706^m) et qui est la *cime des Fours* de de Saussure (1).

4° Grès et poudingues inférieurs, alternant encore avec des dolomies et des poudingues analogues aux précédents; environ 40 mètres. A la descente vers le Mottet, on les voit reposer immédiatement sur les tranches des schistes primitifs Y.

Fig. 6. — *Les Aiguilles calcaires de l'Allée-Blanche* (2), formées, l'une de calcaire magnésien (D), l'autre de brèche (z'), à la base des *schistes lustrés* (z). La coupe montre que ces roches ne reposent pas régulièrement sur le terrain primitif de la chaîne du Mont-Blanc; elles forment la tête de la faille F et le Mont-Blanc appartient au bord inférieur de cette faille. Le *lias* L qui, dans la coupe précédente, marquait le pied de cette faille, cesse momentanément ici, entre le col de la Seigne et le glacier de la Brenva; mais il reparait au delà de ce glacier, comme le montre la coupe suivante.

Fig. 7. — *Du Mont-Blanc au Cramont*. — Cette coupe doit être mise en regard de celles qui ont été données par M. Studer (*Geol. der Schweiz*, t. I, p. 175) et par M. Favre (*Mém. sur les terr. liasique et keupérien de la Savoie*, fig. 19, 1859). Une fois établies la distinction entre les schistes triasiques z et le *lias* L, et l'existence de la faille F, cette coupe du versant piémontais du Mont-Blanc se comprend parfaitement. Les affleurements de gneiss du Mont-Chétif et de la Saxe apparaissent naturellement comme formant la base sur laquelle reposent les assises triasiques. Je n'ai vu entre ces roches et le *lias* schisteux L du val d'Entrèves aucune trace du repli du *trias* figuré dans la coupe de M. Favre. La faille F est ici à son maximum d'intensité; c'est ici qu'elle a produit le plus grand déplacement relatif de ses deux bords, et qu'elle a été suivie du refoulement le plus énergique. Le bord supérieur, résistant à ce refoulement en raison de son énorme épaisseur, a été seulement relevé sous une inclinaison d'environ 45 degrés. Mais le bord inférieur a été refoulé en un pli excessive-

(1) *Voyages dans les Alpes*, § 776 à 784.

(2) *Ibid.*, § 854.

ment saillant, qui s'est crevé au sommet et distendu en *gerbe* ou en *éventail*, par un mécanisme que j'ai expliqué ailleurs (*Descr. géol. du Dauphiné*, § 100), comme M. Favre a bien voulu dernièrement le rappeler, en apportant à cette explication une adhésion qui lui donne une valeur toute nouvelle (*Arch. des sc. phys. et nat. de Genève*, 1865). Un énorme *refoulement*, conséquence immédiate d'une énorme *faille*, rend compte de tous ces effets, de cette structure si exceptionnelle et nous permet de comprendre comment une partie de la première zone extraordinairement *affaissée* par rapport à la deuxième a été, par cela même, extraordinairement *refoulée*, en un pli extraordinairement saillant, et est devenue, en définitive, la plus haute cime des Alpes. Mais ce n'est, après tout, qu'un accident local; le Mont-Blanc n'est qu'un détail dans la structure de nos Alpes, et son importance apparente s'efface devant la considération de cette grande fracture de 150 kilomètres de longueur, suivie d'un glissement relatif de ses deux bords qui s'élève souvent à plusieurs milliers de mètres et à laquelle la chaîne du Mont-Blanc et les autres *trouées* de roches cristallines de notre première zone ont été essentiellement coordonnées et subordonnées dans leur surgissement définitif.

Les grandes vues de M. Élie de Beaumont sur la formation des chaînes de montagnes, dans une zone étroite de l'écorce terrestre comprimée et *écrasée transversalement* entre deux larges zones qui s'affaissent et par conséquent tendent à se rapprocher (*Notice sur les syst. de montagnes*, p. 1316 et suiv.), me paraissent expliquer d'une manière très-satisfaisante la production initiale de ces grandes et longues *failles* et leur rôle prédominant dans la structure orographique, de même que les grandes actions de *refoulement* qui se sont exercées ensuite et qui, souvent, ont donné lieu aux reliefs les plus considérables des massifs de montagnes.

M. Coquand fait la communication suivante :

Sur la formation crétacée de Sicile; par M. H. Coquand.

L'annonce de la découverte faite en Sicile (1) des *Ostrea scyphax*, Coq., *O. auressensis*, Coq., et *O. Owervegi*, Coq., espèces essentiellement africaines, auxquelles il faut ajouter les *O. conica*, *O. flabellata* et *Janira tricostata*, devait naturellement

(1) Meneghini, *Studi paleontologici sulle Ostriche cretacee di Sicilia* (*Atti della Società italiana di scienze naturali*, 1864).

éveiller l'attention des géologues et la mienne surtout, puisqu'elle indiquait d'une manière très-claire le prolongement, jusque sur le sol italien, d'une craie remarquable par sa faune, et dont j'avais constaté l'existence sur le versant méridional de l'Atlas, depuis la province d'Alger jusque dans la région de Tunis. Les planches qui accompagnent le travail de M. Meneghini ne laissent subsister aucun doute sur l'identité des espèces siciliennes avec celles de provenance africaine. J'ajoute que depuis cette publication j'ai eu l'occasion de recueillir moi-même en Sicile, outre les fossiles ci-dessus mentionnés, les *Pecten Desvauzi*, Coq.; *Arca Delettrei*, Coq., et *Ammonites rhotomagensis*, espèces franchement rhotomagiennes en Algérie. De plus, M. Seguenza m'a montré à Messine, recueillies à Boa et à Brancaleone dans la province de Reggio de Calabre, les *Ostrea Oovervegi* avec toutes les variétés *O. scyphax*, *O. auressensis*, *O. flabellata*, *Arca Delettrei*, *Mactra Mœvusi*, Coq., *Janira tricostata*, et *Ammonites rhotomagensis*. Ces échantillons de diverses provenances italiennes ressemblent, par leur couleur, leur forme et leur ornementation, d'une manière si frappante aux spécimens que j'ai rapportés de Tibessa, que, si je ne les avais vus de mes propres yeux en place et dans les collections de MM. Seguenza et Gemellaro, j'aurais pu affirmer avec une confiance aveugle, qu'ils avaient dû avoir été rapportés de Tunisie en Sicile par quelque naturaliste.

Je me serais contenté d'enregistrer cette intéressante découverte dans mes notes, sans en entretenir autrement le public, si M. Meneghini, dans son mémoire, n'avait engagé la question du niveau que cette colonie occupait en Sicile. Le savant professeur de Pise signale son apparition sur le revers septentrional de la chaîne des Madonnjes, dans l'ancien fief Cava, dans celui de San Giovannello, près de Scillato, et à Piombino, entre Caltavuturo et Polizzi, lui assigne pour lit une marne argileuse endurcie *superposée au calcaire à Hippurites*, et l'introduit par conséquent dans la craie blanche. Cette conclusion me surprit étrangement, je l'avoue; car, si elle se trouvait conforme aux lois de la stratigraphie, elle infirmait tout mon travail sur la paléontologie de la province de Constantine, puisque j'affirmais, et j'avais pour cela de bonnes raisons qui m'étaient dictées par la paléontologie elle-même, que les *Ostrea scyphax*, *O. conica*, *O. Oovervegi*, *O. auressensis*, étant associées dans le nord de l'Afrique avec les *Scaphites æqualis*, *Turritites costatus*, *Ammonites Mantelli*, *A. rhotomagensis*, appartenaient à la craie de Rouen, et comme je suivais sans discontinuité à partir de cette station la série crétacée ascendante jusqu'aux

calcaires à Hippurites d'un côté et des calcaires à Hippurites jusqu'à la craie de Maëstricht de l'autre, en trouvant chaque étage caractérisé par les espèces qui lui étaient spéciales en Europe, je n'avais pu errer sur la position relative des couches que je m'étais appliqué à étudier pendant deux années consécutives. De deux choses l'une, ou les faits se passaient différemment en Sicile qu'en Afrique, et alors on retombait dans cette interminable question de mélanges de faunes qui a jusqu'à présent compromis si gravement les intérêts de la géologie, ou bien les faits avaient été mal constatés. L'honneur des principes engageait ma responsabilité, et j'ai entrepris le voyage de Sicile pour éclaircir mes doutes.

Annonçons tout d'abord que M. Meneghini n'a pas vu par lui-même les gisements des fossiles qu'il signale et qu'il a reçus en communication, et qu'il ignorait l'existence de mon mémoire sur la paléontologie de la province de Constantine.

Six fossiles étaient soumis à son examen, les *Ostrea scyphax*, *O. flabellata*, *O. conica*, sur lesquelles il n'y a pas à discuter, deux autres *Ostrea*, dont l'une est rapportée à l'*O. cornu-arietis*, Goldf., et l'autre est décrite, comme espèce nouvelle, sous le nom d'*O. turtur*, Meneg., et enfin une *Janira* qui, suivant l'auteur, est la *quadricostata*.

Il suffira de faire observer que l'*O. cornu-arietis* figurée par M. Meneghini n'est autre chose que l'*O. Owervegi*, telle qu'elle est représentée dans mes planches d'Algérie, et que l'*O. turtur* est mon *O. auressensis*, deux espèces essentiellement rhotomagiennes. Quant à la *Janira*, elle se réfère exactement à la *J. tricostata* d'Afrique (voyez les planches de la *Richesse minérale de l'Algérie* et les miennes), espèce également rhotomagienne. Ces rectifications, qu'il était facile d'opérer dans le cabinet et d'après la seule inspection des dessins, suffisaient pour démontrer que le revers septentrional des Madonnies ne contenait que des fossiles de la craie de Rouen et pas un seul de la craie blanche. La demande que M. Meneghini adressait aux géologues siciliens, de décider si la craie céno-maniennne et la craie supérieure étaient réellement représentées à part dans les localités indiquées, ou bien si les espèces, qui ailleurs gisaient dans des assises supérieures au double point de vue chronologique et stratigraphique, s'y trouvaient mélangées (*si trovano promiscuamente*), cette demande était donc virtuellement résolue sans qu'on fût obligé de se déplacer.

Il ne restait, comme on le voit, qu'à examiner si la faune était réellement supérieure au calcaire à Hippurites et, pour me servir

du mot consacré, si elle constituait une colonie rhotomagienne au sein de la craie blanche. C'est dans cette intention que j'ai attaqué les Madonnies par leur flanc septentrional et que je me suis transporté sur tous les points indiqués par M. Menghini. J'ai eu la satisfaction d'y retrouver de vieilles connaissances, c'est-à-dire ma faune africaine. Ces Madonnies sont exclusivement de nature calcaire et rappellent par la hardiesse et la bizarrerie de leur forme les chaînes calcaires des Alpes, de la Provence et de l'Algérie. Mais, au lieu d'y rencontrer les assises à Hippurites, comme l'avait avancé M. Meneghini, je n'y trouvais qu'un étage corallien des mieux caractérisés par des Nérinées, des polypiers, et surtout par la *Diceras arietina*, étage que jusque dans ces derniers temps on avait confondu avec les bancs à Hippurites, et dont la constatation est due aux récentes et laborieuses recherches de M. Gemellaro, de Palerme.

Les choses paléontologiques se passaient donc aussi normalement en Sicile qu'en Europe, et l'étage rhotomagien qui a été salué pour la première fois en Italie, je le pense du moins, y occupait la même position qu'en Afrique et contenait les mêmes fossiles. Sa découverte presque simultanée dans l'Italie continentale et dans l'Italie insulaire n'est pas moins un fait très-intéressant à enregistrer, puisqu'il tend à démontrer l'extension de la chaîne de l'Atlas (paléontologiquement parlant) à travers la Sicile, jusqu'au delà du méridien de Reggio de Calabre.

Le but que je poursuivais dans mes études m'entraînait irrésistiblement vers le contrôle des questions touchant à la paléontologie générale de l'île. En conséquence, l'existence et la subordination des Nummulites aux Hippurites dans la craie du cap Passaro et du Monte Pellegrino, assertion qui avait été mise en avant, constituaient deux gros faits qu'il s'agissait d'éclaircir. Je n'ai pas eu beaucoup de peine à reconnaître que les prétendues Nummulites du premier gisement n'étaient autre chose que des Orbitolites. Quant à la position de ces corps lenticulaires au mont Pellegrino, pour bien la juger, il est utile de se tenir en garde contre des illusions faciles à se produire, quand on manque de confiance dans la sûreté des méthodes paléontologiques, mais bien plus faciles à éviter, lorsqu'on subordonne la stratigraphie à la paléontologie, surtout si les couches des montagnes soumises à l'étude de l'observateur sont bouleversées, renversées, ou repliées sur elles-mêmes, comme ces faits se manifestent à chaque pas dans les grandes Alpes, dans la Provence et en Algérie.

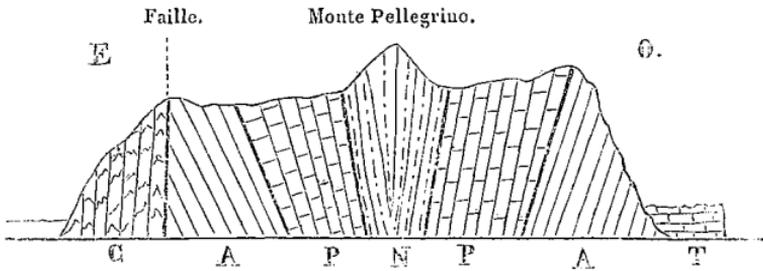
J'avais la bonne fortune d'être accompagné dans mon excu-

sion par M. Gemellaro qui a si savamment illustré la faune hippuritique du Monte Pellegrino, et qui sera bientôt en mesure de nous faire connaître une faune corallienne des environs de Palerme non moins remarquable, dont nous avons pu admirer les nombreux matériaux réunis par ce professeur dans les galeries de l'Université.

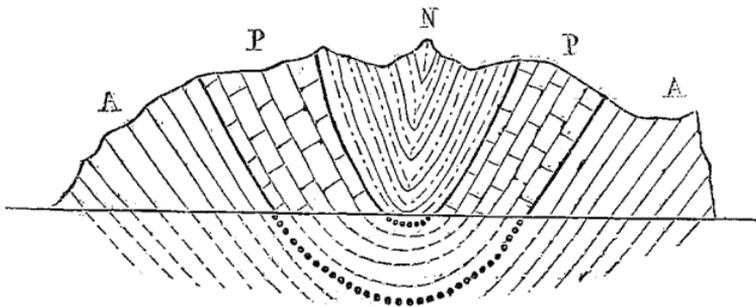
Le Monte Pellegrino est, comme on le sait, une montagne isolée, située au nord de Palerme et séparée par une plaine tertiaire des grandes montagnes calcaires qui hérissent le sol d'une partie de la Sicile et poussent une de leurs ramifications jusqu'au cap de Gallo. Nous l'attaquâmes par les versants orientaux nommés les *Colli*, au pied desquels s'étale la résidence royale de la Favorite. Nous observâmes d'abord un calcaire gris très-compacte rempli de Caprines de grande taille ainsi que de *Radiolites cornu-pastoris*, et puis dans les assises qui le surmontent, à mesure que l'on se dirige vers la mer, la *Sphærulites Sauvagesi* et l'*Hippurites cornu-raccinum*. Nous étions donc en plein provencien et en plein angoumien. Arrivés près de la plage de Mondello, nous contour-nâmes la base des escarpements qui dépassent la région monta-gneuse de la côte, qui sur ce point est très-resserrée, et nous nous trouvâmes presque immédiatement en face de bancs calcaires de même consistance et de même couleur que les roches à Rudistes, et qui contenaient de véritables Nummulites ressemblant à celles qu'on récolte dans le Djebel Dir en Afrique et que j'ai rapportées à la *N. complanata*.

Au delà des calcaires nummulitiques, et en concordance parfaite avec eux, nous retrouvions les calcaires à Hippurites et nous tra-versions la même série de couches que dans les environs de la Favorite, mais disposées dans un ordre inverse, donc symétrique par rapport aux Nummulites. Examinées du pied des escarpe-ments, ces diverses masses calcaires paraissaient ne constituer qu'un seul et même ensemble, au milieu duquel les assises num-mulitiques semblaient ne former qu'un système subordonné, un simple accident, au lieu d'un système indépendant. A s'en tenir au seul examen de la coupe que nous avons devant nous, c'est-à-dire à un tableau de stratigraphie pure, sans faire intervenir les lois de la distribution des corps organisés fossiles au sein des terrains, il devenait impossible de séparer les Nummulites d'avec les Hippurites.

Coupe prise entre Mondello et Priolo, sur les escarpements.



Coupe prise sur le bord de la mer.



- C — Calcaire corallien.
- A — Étage angoumien.
- P — Étage provencien.
- N — Étage nummulitique.
- T — Étage subapennin supérieur.

Seulement il restait à expliquer pourquoi les foraminifères n'étaient jamais mêlés avec les rudistes et réciproquement, comme deux voisins ennemis qui s'obstinent à ne jamais se visiter; mais, si au lieu de regarder les escarpements en face, on se tourne vers la mer, les choses changent alors complètement d'aspect; les couches, de verticales qu'elles étaient, se contournent fortement sur elles-mêmes en formant une série de V ou de chevrons emboîtés les uns dans les autres, et dont on peut suivre la direction en marchant sur leurs tranches; or, en en choisissant une au hasard et en ayant soin de ne l'abandonner jamais, on s'avance d'abord, en se dirigeant vers la mer, du sud au nord, et une fois arrivé au point où la première branche du V aboutit à l'axe du ploiement des couches, c'est-à-dire à l'angle du V lui-même, on se trouve forcé de remonter du nord au sud, et ainsi de suite pour chacune des couches, que celles-ci appartiennent au système nummulitique ou bien au système hippuritique. Cette série

d'évolutions vous ramenait alternativement des escarpements à la mer et de la mer aux escarpements. Le diagramme qui accompagne cette note me dispense d'entrer dans des explications plus détaillées, car chacun a déjà compris que sur ce point de la côte j'étais en présence d'un plissement de couches. Il n'y avait donc qu'à remettre par la pensée les couches dans l'ordre suivant lequel elles avaient été déposées avant le refoulement qui les avait affectées, pour voir que les Nummulites, qui se trouvaient pincées dans un étau hippuritique, étaient supérieures aux Hippurites, n'avaient rien de commun avec elles, et représentaient là, comme partout ailleurs, le terrain tertiaire inférieur.

En poursuivant notre course vers la pointe du Priolo, une superbe faille avec conglomérats de friction et surfaces polies par le frottement faisait buter l'étage provencien contre un calcaire également compacte, rempli de Nérinées, de *Diceras arietina* et représentant l'étage corallien du terrain jurassique.

On voit, en résumé, que grâce à la paléontologie, il m'a été donné de pouvoir établir en quelques heures la classification exacte des diverses faunes qui sont représentées au Monte Pellegrino sur lequel on a tant discuté, sans pouvoir s'entendre, parce qu'on s'obstinait à ne consulter que la couleur de la roche et la succession apparente des couches. J'avoue en toute sincérité qu'il ne me revient aucun mérite dans ce résultat obtenu. Dans le problème qu'il s'agissait de résoudre, étant donné des Hippurites, des Nummulites et des *D. arietina*, il allait de soi qu'on avait affaire à trois terrains différents, et qu'il ne restait plus qu'à chercher à la piste les accidents géologiques qui avaient pu déterminer leur position relative. C'est la voie que j'ai suivie et qui m'a réussi.

Je borne mes explications à ces simples faits, ne voulant pas empiéter sur un domaine que fécondent si habilement le zèle et la science de mon ami M. Gemellaro. Mais en présence de la question d'attribution soulevée relativement à la craie rhotomagnienne des Madonnies et à la craie provencienne du Monte Pellegrino, question dans laquelle ma responsabilité scientifique se trouvait directement engagée, il était de mon devoir d'intervenir et de faire une fois de plus ma profession de foi paléontologique, bien convaincu que, pour les terrains stratifiés, la paléontologie deviendra, dans un terme qui ne peut être éloigné, un dogme contre lequel ne s'élèveront plus que quelques incrédules non encore suffisamment préparés.

Désertant le terrain purement géologique, j'aurais dû peut-être ajouter à cette note les observations que j'ai faites sur les émana-

tions gazeuses des *Mucalube*, ainsi que sur les pétroles, les gypses et les sels de la Sicile ; mais, comme mon intention est de donner incessamment la relation de mon voyage dans la Moldavie et dans la Valachie, où les émanations gazeuses, les sources de pétrole, les salses, les volcans de boue, jouent un rôle très-important, je réserve pour ce travail ce que j'aurais pu dire sur les diverses manifestations de ce genre que j'ai eu l'occasion d'observer en Sicile, espérant démontrer leur complète indépendance d'avec les phénomènes volcaniques.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Remarques sur le métamorphisme et la rubéfaction du diluvium ;
par M. Ébray.

REMARQUES SUR LE MÉTAMORPHISME.

Le terme *métamorphisme* a été jusqu'à ce jour appliqué aux modifications provenant de l'influence de la pyrosphère, influences directes ou non.

Ce terme peut être étendu aux autres modifications qui dérivent d'actions fort diverses.

L'ensemble des faits connus sur les actions postérieures qui ont influé sur la couleur, la dureté, la composition des roches est suffisamment important pour justifier l'extension de ce terme ; je vais donc donner un essai de classification qui embrassera une grande partie de ces phénomènes.

Le métamorphisme dérive de deux actions principales : 1° de l'action de la pyrosphère ; 2° de l'action de l'atmosphère.

A. *Métamorphisme pyrosphérique.*

4° Influence directe de la pyrosphère : endomorphisme général, exomorphisme général.

Nous expliquons ce phénomène par l'action plus ou moins directe de la pyrosphère sur les roches sédimentaires anciennes contenant de l'eau hygrométrique. Cette eau dispense évidemment d'avoir recours à l'influence des sources thermales, dont l'action ne peut pas présenter cette généralité qui se manifeste dans certaines roches métamorphiques.

2° Influence directe des filons : endomorphisme filonien, exomorphisme filonien.

3° Influence des sources thermales : endomorphisme thermal, exomorphisme thermal.

L'endomorphisme thermal tiendra compte des modifications de l'eau thermale sous l'influence de la roche encaissante, la source étant jusqu'à un certain point assimilée à un filon.

B. *Métamorphisme atmosphérique.*

1° Influence de l'oxygène (cas particulier : rubéfaction).

Comme on le sait, l'oxygène de l'air a une influence considérable sur les roches ; c'est ce gaz qui transforme les protoxydes en peroxydes rouges, en donnant lieu au phénomène si fréquent de la rubéfaction que nous rappellerons d'ailleurs dans la deuxième partie de cette note.

2° Influence de l'acide carbonique.

3° Influence de l'air atmosphérique sur la silice.

J'ai appelé l'attention de la Société géologique (*Bulletin*, 1860, p. 695) sur l'existence des poudingues de Nemours seulement, sur les affleurements de la formation de l'argile plastique qui contient à la base des galets mélangés de sable sans agglomération dans la profondeur. Les grandes tranchées des chemins de fer d'Orléans et du Bourbonnais indiquent qu'il en est de même pour les grès de Fontainebleau.

Réciproquement, la silice durcie se ramollit quand, par un accident quelconque, elle se trouve enfouie au-dessous de la surface du sol, comme le prouvent les silex impressionnés.

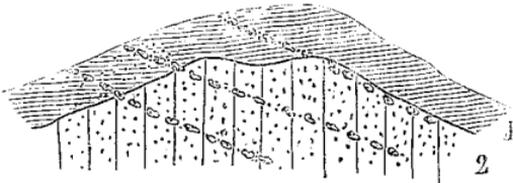
RUBÉFACTION DU DILUVIUM.

La question de l'homme quaternaire a donné lieu à des travaux fort étendus, sans cependant convaincre certains géologues qui n'admettent pas la validité de cette nouvelle thèse, et j'avoue qu'après avoir compulsé tous ces travaux je me vois encore obligé de me réfugier derrière ma note dubitative (*Bulletin*, 1859, p. 123), dans laquelle j'appelle l'attention sur le diluvium remanié, soit par les actions fluviales contemporaines, soit par les éboulements récents,

On sait que M. Élie de Beaumont a émis plus tard ce même avis sous une forme plus positive en s'appuyant sur son terrain d'éboulement sur les pentes.

Ne demandant pas mieux que de me convaincre de l'existence de l'homme fossile, malgré la définition peu précise qui est généralement donnée de l'époque quaternaire que certains géologues ne distinguent pas de l'époque actuelle (1), je vais émettre un nouveau doute.

En parcourant les excavations des environs de Valence, où le diluvium est parfois très-développé, j'ai remarqué, en effet, un diluvium rouge, toujours superposé au diluvium jaune ; mais, en examinant attentivement la stratification de ce diluvium, il me fut facile de constater que cette stratification se poursuivait sans dérangement du diluvium gris au diluvium rouge, comme le représente le croquis suivant :



1 — Diluvium rouge.
2 — Diluvium gris.

Le synchronisme des deux diluviums étant dès lors démontré, j'ai cherché l'explication de cette superposition dans le phénomène de la rubéfaction.

Il s'agirait donc, pour découvrir les relations d'âge, de mettre complètement de côté la superposition des couleurs et de ne s'appuyer que sur des données stratigraphiques positives.

Or, on sait que ce côté de la question est loin d'être parfaitement élucidé.

Séance du 23 avril 1866.

PRÉSIDENCE DE M. ED. LARTET.

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

(1) Pour moi, l'époque quaternaire est à l'époque contemporaine, ce qu'est le poudingue de Nemours ou l'argile plastique à l'époque tertiaire.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. JONES (John), vice-consul d'Autriche, membre de la Société archéologique de Londres, rue de Marnix, 18, à Bruxelles ; présenté par MM. Ch. d'Orbigny et Albert Gaudry.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Daubrée, *Expériences synthétiques relatives aux météorites. — Rapprochements auxquels ces expériences conduisent, tant pour la formation de ces corps planétaires que pour celle du globe terrestre* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, t. LXII) ; in-4, 28 p.

De la part de M. Édouard Dupont, *Essai d'une carte géologique des environs de Dinant*, in-8, 43 p. ; Bruxelles..... ; chez Hayez.

De la part de M. Albert Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, in-4, 14^e et 15^e livr. ; Paris, 1866 ; chez F. Savy.

De la part de M. John Jones :

1^o *On Rhynchonella acuta and its affinities*, in-8, 8 p., 1 pl. ; Londres, 1860.

2^o *On some Flints instruments, and the geological age of the deposit in which were found upon Stroud hill*, in-8, 15 p. ; 1 pl., Dudley, 17 juin 1863.

3^o *On the trees of the stone, bronze and iron ages*, in-8, 6 p. ; Londres, août 1865.

4^o *On Gryphæa incurva and its varieties*, in-4, 15 p., 6 pl.....

De la part de M. Alph. Milne Edwards, *Histoire des crustacés podophthalmes*, t. I, in-4, 390 p., 36 pl. ; Paris, 1861-1865 ; chez Victor Masson.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, février et mars 1866 ; Paris, rue de Vaugirard, 35 ; in-8.

De la part de M. Raph. Pumpelly, *Notice on an account of geological observations in China, Japan and Mongolia* (extr. du *The American Journal*, etc., mars 1866), in-8, 6 p.

De la part de M. G. Scarabelli, *Sulla probabilità che il sollevamento delle Alpi si sia effettuato sopra una linea curva*, in-8, 29 p., 1 carte; Florence, 1866, chez Lemonnier.

De la part de M. U. Schloenbach :

1° *Beiträge zur Paleontologie der Jura-und Kreide-Formation im nordwestlichen Deutschland*, in-4, 46 p., 6 pl.; 1865; chez Th. Fischer.

2° *Lettre à M. Beyrich*, in-8, 1865, 14 p.

De la part de M. John Evans, *On a possible geological cause of changes in the position of the axis of the earth's crust*, in-8, 10 p.....

De la part de M. Fr. de Hauer, *Die vulcanischen Erscheinungen in Santorin*, in-8, 20 p.; mars 1866; Vienne, chez F. B. Geitler.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{re} sem., t. LXII, n° 15 et 16; in-4.

Annales des mines, 5^e livr. de 1865; in-8.

Bulletin des séances de la Société I. et centrale d'agriculture, février 1866; in-8.

L'Institut, n°s 1684 et 1685; 1866, in-8.

Congrès scientifique de France, XXXI^e session tenue à Troyes au mois d'août 1864, in-8, 739 p.; 1865; Paris, chez Derache; Troyes, chez Dufour-Bouquot.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, février 1866; in-8.

The Athenæum, n°s 2007 et 2008; 1866; in-4.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Léonard et H. B. Geinitz, 1866, 2^e cahier; in-8.

Verhandlungen des naturhist. Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens, 1865, 1^{er} et 2^e cahiers; in-8.

Revista minera, n°s 380 et 381, 1^{er} et 15 avril 1866; in-8.

M. le Président présente un ouvrage de M. Evans (voy. la *Liste des dons*).

M. Alphonse Milne Edwards dépose sur le bureau le premier

volume de son *Histoire des crustacés fossiles* (voy. la *Liste des dons*) et il donne quelques détails sur la répartition géologique des Crabes proprement dits.

M. Gaudry présente les livraisons 14 et 15 de son ouvrage sur les *Animaux fossiles et la géologie de l'Attique* (voy. la *Liste des dons*).

Il fait à cette occasion la communication suivante :

Résumé des recherches sur les animaux fossiles de Pikermi;
par M. Albert Gaudry.

J'ai l'honneur de présenter à la Société la fin de mes recherches sur les animaux fossiles de Pikermi. Les échantillons provenant des fouilles que j'ai faites sous les auspices de l'Académie des sciences sont au nombre de 4940; ils ne sont répartis qu'entre 54 espèces et 371 individus; ces chiffres montrent que les déterminations n'ont pas été établies sur des morceaux isolés; les squelettes de plusieurs espèces sont maintenant presque aussi bien connus que ceux des animaux vivants. Dans l'atlas joint à mon ouvrage, j'ai essayé de restaurer les squelettes d'un singe, d'un carnassier appelé *Ictitherium*, d'un Rhinocéros, d'un Hipparion, d'un *Helladotherium* et de deux genres d'Antilopes. Voici la liste des espèces dont j'ai donné la description :

MAMMIFÈRES.

Quadrumanes.

Mesopithecus Pentelici, Wagn., intermédiaire entre les semnopithèques et les macaques.

Carnivores.

Simocyon diaphorus, Gaud. (sp. Kaup.), intermédiaire entre les ursidés et les chiens.

Mustela Pentelici, Gaud., voisine de la marte du Canada.

Promephitis Lartetii, Gaud., voisine des mouffettes.

Ictitherium Orbignyi, Gaud. (sp. Gaud. et Lart.), viverridé dont la dentition marque de très-faibles tendances vers la dentition des hyénidés.

— *robustum*, Gaud. (sp. de Nordm.), viverridé qui a des tendances plus marquées vers les hyénidés.

— *hipparionum*, Gaud. (sp. Gerv.), viverridé qui, par sa dentition, ressemble beaucoup à une petite Hyène.

Hyænicæ græca, Gaud., hyénidé qui a, comme les viverridés et les mustélidés, une tuberculeuse inférieure.

Hyæna Chæretis, Gaud. et Lart., hyénidé qui ressemble aux hyènes par ses carnassières, mais s'en sépare par ses prémolaires.

— *eximia*, Roth et Wagn., intermédiaire entre les hyènes aujourd'hui vivantes.

Machærodus cultridens, Kaup. (sp. Cuv.); il est semblable aux chats par ses membres, mais il en diffère par la forme de son menton et de ses canines supérieures.

Felis, quatre espèces très-imparfaitement connues.

Rongeurs.

Hystrix primigenia, Gaud. et Lart. (sp. Wagn.), voisine du Porc-épic ordinaire.

Édentés.

Ancylotherium Pentelici, Gaud., édenté gigantesque qui a quelque rapports avec le *Macrotherium*.

Proboscidiens.

Mastodon Pentelici, Gaud. et Lart., intermédiaire entre les trilophodons et les tétralophodons.

— *turicensis*, Schinz, voisin du Mastodonte de l'Ohio.

Dinotherium giganteum?, Kaup; il se rapproche des lamantins par son crâne, des proboscidiens par ses membres.

— plus petit que le précédent.

Pachydermes.

Rhinoceros pachygnathus, Wagn., intermédiaire entre le Rhinocéros bicolore et le Rhinocéros camus.

Rhinoceros Schleiermacheri, Kaup, voisin du Rhinocéros vivant de Sumatra.

Rhinocéros? d'espèce inconnue.

Acerotherium?

Leptodon græcus, Gaud., nouveau genre du groupe *Palæotherium*.

Hipparion gracile, de Christ. (sp. Kaup.), voisin des *H. prostylum* et *antelopinum*.

Sus erymanthius, Roth et Wagn., Sanglier gigantesque, voisin des sangliers vivants.

Ruminants.

Camelopardalis attica, Gaud. et Lart.; elle est de même taille que la Girafe vivante, mais ses membres ont une forme plus grêle.

Helladotherium Duvernoyi, Gaud. (sp. Gaud. et Lart.), ruminant qui peut être classé entre la Girafe et les antilopes.

Palæotragus Roeyenii, Gaud.; il a des cornes comme les antilopes, quoiqu'il diffère de ces animaux par la plupart de ses caractères.

Palæoryx Pallasii, Gaud. (sp. Wagn.); il se rapproche des Oryx par ses cornes, s'en éloigne par ses molaires.

— *parvidens*, Gaud.; les proportions ne sont pas les mêmes que dans l'espèce précédente.

Tragocerus amaltheus, Gaud. (sp. Roth et Wagn.); il ressemble aux chèvres par la forme extérieure de ses cornes, et aux antilopes par ses autres caractères.

— *Valenciennesi*, Gaud., espèce mal déterminée qui diffère de la précédente par la forme des cornes.

Palæorca Lindermayeri, Gaud. (sp. Wagn.); il se rapproche des Creas par ses cornes, et des gazelles par la plupart de ses autres caractères.

Antidorcas ? Rothii, Gaud. (sp. Wagn.), encore imparfaitement connue.

Gazella brevicornis, Gaud. (sp. Roth et Wagn.), voisine des gazelles vivantes.

Trois espèces d'antilopes indéterminées.

Dremotherium ? Pentelici, Gaud., semblable aux *Calotragus* par la forme de son crâne et aux *Dremotherium* par ses molaires inférieures.

Dremotherium ? espèce plus grande que la précédente.

OISEAUX.

Gallinacés.

Phasianus Archiaci, Gaud.; il a quelques rapports avec le Faisan.

Gallus Æsculapii, Gaud., plus petit que notre Coq ordinaire.

Gallinacé indéterminé.

Échassiers.

Grus Pentelici, Gaud., voisine de la Grue cendrée.

Ciconia ?, indéterminée.

REPTILES.

Tortues.

Testudo marmorum, Gaud., très-voisine de la *Testudo marginata*.

Sauriens.

Reptile du groupe des varans.

MOLLUSQUES.

Helix d'espèce indéterminée.

Pour avoir la liste complète des espèces trouvées jusqu'à ce

jour, il faut ajouter à celles que j'ai décrites un *Chalicotherium* et un *Orasius*, cités par A. Wagner.

Après avoir étudié en détail chacun des fossiles de Pikermi, j'ai abordé les considérations générales auxquelles ils peuvent donner lieu ; ces considérations ont été partagées en dix paragraphes :

§ 1. — *On ne rencontre aujourd'hui dans aucune contrée un rassemblement d'animaux gigantesques comparable à celui de Pikermi.* — En lisant les relations des voyageurs qui ont le mieux exploré les pays vierges, on s'assure facilement que nulle région de la terre ne présente plus une réunion d'espèces de puissants mammifères égale à la faune dont les débris sont enfouis au pied du mont Pentélique. Les zoologistes, pour voir le monde animal dans son plus majestueux épanouissement, doivent porter leurs regards par delà les horizons des temps actuels et contempler les scènes des âges géologiques.

§ 2. — *Comparaison du nombre des grands mammifères à Pikermi et dans les principaux gisements de fossiles.* — Cette comparaison montre qu'aucun gisement jusqu'à présent connu, sauf celui des collines Séwalik, ne surpasse Pikermi pour le nombre des espèces gigantesques. Simorre renferme peut-être plus de proboscidiens, mais on n'y rencontre pas des ruminants tels que la girafe et l'*Helladotherium*. Quant aux collines Séwalik, si vraiment tous les fossiles qu'on y a découverts datent d'une seule époque, leur faune l'emporte sur celle de l'Attique.

§ 3. — *On n'a pas trouvé à Pikermi ce qu'on peut appeler la petite faune.* — L'harmonie de la nature veut qu'auprès des puissants quadrupèdes, il y ait des êtres plus petits qui vivent de leurs restes ou qui ont reçu en compensation de leur faiblesse des facultés au moyen desquelles ils parviennent là où les grosses espèces n'atteignent pas ; ils constituent la *petite faune*. Ils sont rares à Pikermi ; ce qui caractérise essentiellement ce gisement, c'est la réunion des grands mammifères. Au contraire, à Sansan, toutes les catégories du règne animal ont reçu rendez-vous, comme pour nous montrer dans son ensemble une faune des temps géologiques.

§ 4. — *De l'harmonie qui régna entre les mammifères de l'ancienne Attique.* — Qu'est-il résulté de la coexistence de tant de bêtes gigantesques qui avaient besoin d'une prodigieuse quantité d'aliments et disposaient d'une force extrême pour se défendre ? Furent-elles contraintes d'accepter l'épreuve que l'illustre M. Darwin a nommée concurrence vitale ? Y eut-il désordre, y eut-il

harmonie? Les recherches que j'ai faites me portent à croire que les herbivores avaient des modes d'alimentation diversifiés, de telle sorte que chacun trouvât sa pâture sans avoir à envier le bien des tribus voisines. Quant aux carnassiers, ceux qui se nourrissaient de chair vivante étaient relativement peu nombreux; plusieurs, à en juger d'après les analogies, ont dû avoir pour mission de dévorer les cadavres; la terre, grâce à eux, garda toujours son manteau exempt de souillures. Je ne pense donc pas qu'il y eut antagonisme vital; la même harmonie qui préside à la répartition des animaux actuels présida à la répartition des animaux des âges passés.

§ 5. — *A quelle phase du développement progressif des êtres la faune de Pikermi correspond-elle?* — Comme le savant Bronn l'a remarqué, lorsqu'au lieu de considérer quelques avant-coureurs ou des retardataires, on contemple l'ensemble des êtres, on reconnaît qu'il y a eu progrès dans le monde organique: les végétaux ont eu leur maximum de fécondité avant les animaux, les plantes sans fleurs ont précédé les plantes à fleurs, les êtres inférieurs se sont multipliés plus tôt que les poissons, les poissons plus tôt que les reptiles, les reptiles plus tôt que les mammifères. Ces derniers semblent eux-mêmes avoir été perfectionnés peu à peu; dans l'époque secondaire et même au commencement de l'époque tertiaire, ils ne forment pas une faune aussi compliquée, aussi variée que dans les époques plus récentes; ils ont progressé jusqu'à la période représentée par la faune de Pikermi, c'est-à-dire jusqu'au miocène le plus récent. M. Milne Edwards, comparant le corps animal à un atelier où les ouvriers sont chargés de fonctions diverses, a montré que sa perfection est en proportion de la division du travail physiologique; on pourrait dire de même que la perfection d'une faune est en proportion de la division des travailleurs. Or, à la fin de l'époque miocène, on vit s'opérer la division des travailleurs; alors parurent les singes, qui sont les êtres les plus intelligents, les *Dinotherium*, qui sont les plus gigantesques des quadrupèdes; les chats réalisèrent le type le plus parfait de l'ordre des carnassiers, les antilopes le type le plus parfait de l'ordre des ruminants. A partir du moment où s'est éteinte la faune de Pikermi, le règne animal a diminué pour faire place à un règne infiniment supérieur, le règne humain.

§ 6. — *Les espèces ont une longévité d'autant moins grande qu'elles sont d'une classe plus élevée.* — M. Darwin dans l'Amérique du Sud, M. Lyell dans l'Amérique du Nord et plus tard en Angleterre, ont remarqué que les mollusques fossiles d'espèces

encore vivantes sont associés dans les mêmes couches avec des mammifères dont les espèces n'existent plus; ils en ont tiré la conclusion que les espèces des classes supérieures ont eu une moindre longévité que celles des classes inférieures. Ce que j'ai observé en Grèce confirme cette manière de voir.

§ 7. — *La plupart des types de Pikermi ont émigré hors de l'Europe.* — Pour apprendre si les êtres fossiles ont formé des enchaînements, il ne suffit pas de considérer les types dans une seule partie du monde, car ils ont subi des migrations, de telle sorte qu'au moment où l'on croit suivre leurs traces, ils échappent. Ainsi, pour découvrir les animaux de la nature actuelle qui se rapprochent davantage de ceux de la Grèce antique, il faut jeter les regards non sur l'Europe, mais sur l'Afrique; les espèces de Pikermi ont un aspect tout à fait africain. Ceci porte à supposer que, pendant la fin de l'époque miocène, l'Afrique a été liée à l'Europe orientale; mais sans doute cette union n'a pas été également intime avec toute l'Europe, car la faune d'Eppelsheim (Hesse-Darmstadt) paraît à peu près de la même époque que celle de Pikermi, et pourtant elle n'a nullement une physionomie africaine. Ce contraste mérite l'attention des géologues qui s'occupent d'établir la géographie de l'Europe pendant l'époque tertiaire.

§ 8. — *Des formes intermédiaires que présentent les mammifères fossiles.* — Lorsque la paléontologie était peu avancée, on pensait qu'il y avait eu très-peu d'époques marquées par l'apparition d'espèces nouvelles. A mesure que la science marcha, on reconnut que ces époques étaient bien plus nombreuses qu'on ne l'avait soupçonné. D'Orbigny admit 27 étages, c'est-à-dire 27 périodes de renouvellement de faune; aujourd'hui les 27 étages de d'Orbigny sont indéfiniment subdivisés. M. d'Archiac, dans son cours de paléontologie au Muséum, passe en revue les terrains de tous les pays connus, en donnant la liste des fossiles couche par couche; il montre ainsi que partout où un géologue dissèque habilement la partie stratifiée de l'écorce terrestre, il la voit se décomposer en une série de petites assises caractérisées par la venue de quelques espèces; le phénomène du renouvellement des formes n'a donc pas été un phénomène exceptionnel dans l'histoire du globe, mais continu. Il m'a semblé que, pour compléter les travaux des stratigraphes, les paléontologistes doivent interroger ces nouveaux venus qu'ils rencontrent à chaque instant de l'histoire du monde; les espèces, qui se sont succédé, se présentent-elles comme isolées, indépendantes, ou s'enchaînent-elles avec celles qui les ont précédées et celles qui les ont suivies? Cette

pensée a dominé tout mon travail sur la faune antique de la Grèce. Lorsque j'ai tour à tour étudié les singes, les carnassiers, les proboscidiens, les pachydermes, les ruminants de Pikermi, je les ai comparés avec les animaux vivants et fossiles qui s'en rapprochaient, tenant compte soigneusement de l'âge géologique de chacun d'eux. En me livrant à cet examen, j'ai remarqué des enchaînements entre des êtres en apparence très-distincts. Pour faire ressortir ces enchaînements, j'ai composé des tableaux dans lesquels j'ai disposé les espèces suivant l'époque à laquelle elles ont apparu sur la terre; j'ai donné un tableau pour les animaux du groupe hyène, un tableau pour ceux du groupe éléphant, un tableau pour ceux du groupe rhinocéros, un tableau pour ceux du groupe cochon, un tableau pour ceux du groupe cheval. J'ai placé en bas de chacun de ces tableaux les animaux qui ont apparu les premiers; au-dessus de ceux-ci, j'ai rangé ceux de la seconde période, au-dessus encore ceux de la troisième, et ainsi de suite jusqu'à l'époque actuelle; j'ai joint par des barres les espèces d'époques consécutives qui se rapprochent davantage. Dans ces tableaux, il y a encore des lacunes; mais, à côté des lacunes, il y a des enchaînements qui, sans doute, frapperont les paléontologistes.

§ 9. — *Les fossiles qui présentent des types intermédiaires se rencontrent dans tous les gisements.* — Pikermi fournit une occasion favorable pour étudier les formes intermédiaires, parce qu'on y peut raisonner sur le squelette presque entier d'un assez grand nombre d'animaux; par exemple, si l'on possédait seulement, soit le crâne du singe grec, soit ses membres, on ne saurait pas qu'avec un crâne de semnopithèque, il avait des membres de macaque; si l'on ne connaissait que les cornes du tragocère, on ignorerait qu'avec des cornes de chèvre il avait tous les caractères des antilopes. Mais il est évident qu'on ne peut regarder Pikermi comme un lieu spécial où, par hasard, sont rassemblés des fossiles de types transitionnels; dans les divers gisements, on observe de même des formes de passage, et les enchaînements se rencontrent, non-seulement chez les animaux supérieurs, mais aussi chez les animaux inférieurs et chez les plantes; j'ai essayé de le prouver par quelques citations; les transitions observées à Pikermi se rapportent à une loi commune à tous les êtres.

§ 10. — *Quelle lumière l'étude des formes intermédiaires jette-t-elle sur la question de la transformation des êtres?* — La science paléontologique est à son berceau; les lacunes sans nombre qui existent dans nos connaissances ne permettent pas de poser une

affirmation quelconque en face de la grande question du renouvellement des espèces ; on ne peut marquer que des tendances. Si l'on me demande quelles sont mes tendances en présence des intermédiaires que j'aperçois de toute part, je répondrai que je penche vers la doctrine de la transformation des espèces. Quelle que soit d'ailleurs l'explication théorique que l'on veuille tirer des faits, quelle que soit la manière dont on suppose que Dieu a procédé pour produire les enchaînements des êtres dans les temps géologiques, toujours est-il que ces enchaînements sont incontestables ; lors de chaque découverte, les lacunes se combleront dans les séries zoologiques, les liens se multiplieront. Je crois qu'il était utile d'appeler l'attention sur ces liens qui unissent les êtres fossiles ; aussi j'espère que mon ouvrage sur les animaux de Pikerini sera reçu avec quelque intérêt par ceux qui s'occupent de l'histoire du vieux monde.

M. Daubrée présente une roche provenant de la dernière éruption de Santorin.

M. Hébert communique la note suivante de M. Lory :

Sur le gisement de la Terebratula diphya dans les calcaires de la Porte-de-France, aux environs de Grenoble et de Chambéry ; par M. Ch. Lory.

Je me propose de donner, dans cette note, quelques détails sur les assises supérieures des calcaires de la Porte-de-France de Grenoble, dans lesquelles se rencontrent la *Terebratula diphya* et plusieurs espèces d'Ammonites. Il est d'un certain intérêt de préciser le gisement de ces fossiles, en présence des conclusions formulées dans les travaux récents de M. Oppel et autres géologues allemands, comme aussi à cause des doutes qui peuvent surgir au sujet des limites stratigraphiques respectives de la *Terebratula diphya* et de la *T. diphyoides*, d'Orb., deux types très-voisins, mais caractérisant des horizons géologiques très-différents.

Au point de vue stratigraphique, il me paraît impossible d'admettre aucune discontinuité entre le dépôt des calcaires de la Porte-de-France à fossiles *oxfordiens* et celui des bancs à *Terebratula diphya*. A Grenoble, les uns et les autres sont exploités dans la même carrière et présentent également ces caractères pétrographiques bien connus qui ont rendu classique le nom de *calcaire*

de la Porte-de-France. Les premiers renferment *Belemnites hastatus*, *Ammonites oculatus*, *A. tortisulcatus*, *A. tatricus*, *A. plicatilis* et de grands *Aptychus* (*A. lævis*, *A. lamellosus*) très-abondants. Immédiatement au-dessus vient un gros banc contenant les mêmes *Aptychus* et qui est en même temps le gîte le plus abondant de la *Terebratula diphya*. Ce banc contient aussi plusieurs espèces d'Ammonites, qui paraissent manquer ou sont très-rares dans les couches inférieures et qui se montrent surtout au-dessus, dans une série de bancs plus clairs, à pâte fine, même lithographique, où la *Terebratula diphya* continue, mais beaucoup moins abondante que dans la couche précédente.

Plusieurs de ces espèces d'Ammonites sont remarquables en ce qu'elles présentent des formes très-voisines de certains types néocomiens. Examinées il y a bientôt vingt ans par Alcide d'Orbigny, elles ont été dénommées par lui *Ammonites Hommairei*, *A. viator*, *A. Adelaë*. La première, à l'état de moule un peu usé, ressemble à l'*A. semi-sulcatus* ; mais les exemplaires recueillis autrefois par MM. Albin Gras et Repellin sont assez nombreux et assez bien conservés ; quelques-uns même ont le test et j'y trouve tous les caractères décrits et figurés dans la *Paléontologie française* pour l'*A. Hommairei*. L'*A. viator* n'est représenté, à ma connaissance, que par un exemplaire de la collection Repellin, appartenant aujourd'hui à M. Eugène Chaper, sur lequel il est un peu difficile d'apprécier les légères différences qui distinguent cette espèce de l'*A. infundibulum*. Quant à l'espèce *fimbriée* désignée comme *A. Adelaë*, elle me semble différente du type de ce nom, assez commun, par exemple, dans le minerai de la Voulte, et elle ressemble beaucoup à certaines variétés de l'*A. subfimbriatus* du terrain néocomien ; c'est probablement une espèce nouvelle, et je ne sais si elle a été décrite et dénommée.

Les bancs lithographiques par lesquels se termine la série des calcaires compactes à la Porte-de-France sont beaucoup plus développés dans quelques localités à l'ouest de Grenoble, à Chalais et surtout à Aizy, au-dessus de Noyarey. Ils y renferment les mêmes Ammonites, bien conservées, et de plus on y trouve très-abondamment une espèce qui a été citée jusqu'ici par Alc. d'Orbigny, Albin Gras et moi, sous le nom d'*A. anceps*. Mais la comparaison de nombreux exemplaires montre clairement que ce n'est point l'*A. anceps*, Rein. ; il se trouve même là, probablement, plusieurs espèces, à côtes interrompues sur le dos, bi- ou trifurquées, lisses ou ornées d'un ou deux rangs de pointes sur la largeur de la spire. Parmi ces variations, on rencontre fréquemment le type

appelé par d'Orbigny *A. Calisto* (*Pal. fr., Terrains jurassiques*), et créé par lui d'après un exemplaire que Hugard aurait recueilli dans l'étage *kimméridgien* des environs de Chambéry. Or, nous venons de retrouver, M. Pillet et moi, cette Ammonite dans les couches blanchâtres, à pâte fine, qui surmontent les *calcaires de la Porte-de-France* à Lémenc, près de Chambéry; ce gisement est le même que celui d'Aizy, et il me paraît extrêmement probable que c'est aussi de ces couches que provenait l'exemplaire recueilli par Hugard. M. Vallet m'a montré, de ces mêmes calcaires, un très-bon exemplaire de l'*Ammonites Hommairei*, et M. Pillet y a recueilli la *Terebratula dipha*, bien reconnaissable. Ces fossiles établissent évidemment la correspondance de niveau entre les derniers bancs compactes, ou *calcaires lithographiques*, de Lémenc, d'Aizy et de la Porte-de-France.

Or, à Lémenc et à Aizy, on trouve, à la partie supérieure des *calcaires lithographiques*, une ou plusieurs couches de structure bréchiforme, qui sont remplies de fossiles roulés, brisés, mais souvent reconnaissables. On y trouve les Ammonites des calcaires sous-jacents, principalement *A. Calisto*, en fragments roulés; mais surtout ces couches bréchiiformes sont pétrées de spongiaires, de bryozoaires, de polypiers très-variés, d'encrines, d'échinides, de Térébratules et de diverses coquilles bivalves. Les tests sont souvent silicifiés. Ces dépôts offrent exactement l'aspect si caractéristique du *coral-rag inférieur* dans les environs de Besançon. En signalant, il y a quinze ans, cette ressemblance (*Bull.*, 2^e série, t. IX, et *Essai sur les montagnes de la Chartreuse*, Grenoble, 1852), dans la localité d'Aizy, j'y citais des baguettes et des fragments de test de *Cidaris coronata*, *Millericrinus rosaceus* (?), *Terebratula substriata*, Schloth., et je considérais cette brèche, accompagnée d'une couche de dolomie, comme un dernier vestige de l'extension du dépôt *corallien* aux environs de Grenoble.

M. Pillet vient de me faire visiter le gisement de Lémenc, qu'il a si bien exploré, et qui est beaucoup plus riche en fossiles caractéristiques; parmi ceux qu'il y a recueillis, je citerai particulièrement, toujours dans cette même couche bréchiforme, *Glypticus hieroglyphicus*, Ag., *Hemicidaris crenularis*, id., *Cidaris florigemma*, Phill. (test et radioles), radioles de *C. glandifera*, Ag., *Terebratula pectunculus*, Schl., *T. substriata*, id., *T. reticulata*, id., Quenst. Ces fossiles si caractéristiques du *coral-rag inférieur*, accompagnés d'une grande variété de polypiers, de crinoïdes, etc., sont aussi mêlés de moules brisés d'Ammonites des calcaires sous-jacents et de plusieurs espèces de Bélemnites, parmi

lesquelles *Belemnites hastatus*, et surtout la petite espèce à rostre quadrangulaire, *B. Coquandus*, d'Orb.

Ces brèches sont intimement unies aux *calcaires lithographiques*, dans la partie supérieure desquels elles ne sont que des accidents locaux. La faune qu'elles renferment peut donc servir à préciser la *limite supérieure* de l'âge qu'il convient d'assigner à ces calcaires mêmes, déjà supérieurs au principal niveau de la *Terebratula diphya*.

M. Pillet a fait connaître cette petite faune si variée dans son *Mémoire sur les environs de Chambéry*, publié l'an dernier (*Mém. de l'Acad. imp. de Savoie*), et dans la note qu'il a communiquée à la Société le 6 novembre 1865 (*Bull.*, 2^e série, t. XXIII, p. 54). Il a montré que la brèche qui la renferme, au lieu d'être, comme j'avais cru autrefois le voir à Aizy, recouverte directement par le terrain néocomien, était encore inférieure à une puissante assise de calcaires argilo-bitumineux, atteignant jusqu'à 500 mètres d'épaisseur, et qui correspond exactement à l'assise du *ciment hydraulique de la Porte-de-France*, à mon assise supérieure *f* du groupe *oxfordien* des environs de Grenoble (*Descr. géol. du Dauphiné*, § 139). Cette grande assise marneuse, pauvre en fossiles, paraît toutefois, à Chambéry comme à Grenoble, se lier intimement avec les calcaires compactes inférieurs. Les Ammonites qu'elle renferme paraissent être encore *A. plicatilis*, *A. tatricus*, *A. tortisulcatus*; on y trouve encore, à la *Porte-de-France*, la *Terebratula diphya*, dans la couche à ciment.

Il suit de là que toute cette série d'assises, comprenant les calcaires compactes de la *Porte-de-France* avec *Ammonites oculatus* et autres fossiles *oxfordiens*, les bancs supérieurs avec *Terebratula diphya*, les calcaires lithographiques avec *Ammonites Hommairei*, *A. Calisto*, etc., la brèche à fossiles coralliens d'Aizy et de Lémenc, enfin les calcaires argilo-bitumineux à ciment hydraulique, forme un ensemble continu, sans lacunes, et dans lequel il me paraît impossible de songer à intercaler les calcaires coralliens à Nérinées et à Dicérates, nettement caractérisés et très-développés à de petites distances, à l'Échaillon, à la Buisse, à la cascade de Couz, au mont du Chat, etc. Les assises inférieures du terrain néocomien (l'étage *valangien* de M. Desor) reposent directement et indifféremment soit sur ces calcaires *coralliens*, soit sur les calcaires marno-bitumineux à *ciment de la Porte-de-France*; et, bien que l'on n'ait pas pu encore constater l'extension des calcaires à Nérinées et à Dicérates au-dessus de ces derniers, il me paraît y

avoir, dans ce qui précède, de fortes présomptions pour l'admettre en principe.

M. Pillet, dans le mémoire cité plus haut, considère cette série d'assises comme correspondant à l'étage *argovien* de M. Marcou et des géologues suisses. Je ne sais si je me trompe en considérant cette dénomination d'*argovien* comme une de ces expressions qui peuvent être commodes, dans des travaux de détail, pour désigner certains faciès locaux, mais qu'il est superflu, ou même fâcheux, d'introduire dans la nomenclature des terrains. Quoi qu'il en soit, il paraît bien évidemment établi, pour M. Pillet comme pour moi, que les assises jurassiques de la Porte-de-France, de Noyarey, de Lémenc sont *oxfordiennes* dans l'ensemble de leur faune, qu'elles présentent, il est vrai, une intercalation, une sorte de petite *colonie* de fossiles du *coral-rag inférieur*, et je ne refuserais pas d'admettre, *sur preuves positives*, que leurs assises supérieures se sont développées synchroniquement au *coral-rag* lui-même. Mais le principal gisement de la *Terebratula diphya* et des céphalopodes qui l'accompagnent est inférieur à cette petite *colonie corallienne* au-dessus de laquelle ces mêmes fossiles se remontent encore.

Donc la *Terebratula diphya*, aux environs de Grenoble et de Chambéry, est bien dans ce que nous appelons en France le *groupe oolithique moyen*, comprenant les deux étages *oxfordien* et *corallien* intimement unis dans leur succession. Je ne vois, dans les localités qui nous occupent, aucune preuve de l'existence du *groupe oolithique supérieur*, ni même de la partie supérieure de l'étage *corallien*. Celle-ci est nettement représentée par les calcaires à Nérinées et à Dicérates de l'Échaillon, de Couz, du mont du Chat, à des distances de quelques kilomètres seulement, mais au delà d'un *riuage* que j'ai tracé depuis longtemps et que leur dépôt ne me paraît pas avoir franchi.

L'association de la *Terebratula diphya* avec l'*Ammonites Calisto* et avec plusieurs types d'*Ammonites* voisins de formes néocomiennes bien connues m'a rappelé tout naturellement une communication faite par M. Pictet à la Réunion des naturalistes suisses, à Genève, en août 1865. M. Pictet, ayant examiné une collection des fossiles qui accompagnent la *Terebratula diphya* (ou *diphyoides*, d'Orb.), dans le gisement de Berrias (Ardèche), y a trouvé une faune de céphalopodes très-différente de celle qui accompagne, à un niveau supérieur, la vraie *Terebratula diphyoides*, d'Orb., du terrain néocomien, et il signale, entre autres,

dans cette forme, l'*Ammonites Calisto*, d'Orb. Il a fait remarquer en même temps que la Térébratule de Berrias était une variété particulière, bien différente de la vraie *Terebratula diphyoides*. Son gisement serait, à Berrias, à la limite inférieure du terrain néocomien, et M. Pictet pensait que ce fossile et les céphalopodes qui l'accompagnent pourraient correspondre au sous-étage valangien. Nous sommes conduit par ce qui précède à faire une autre supposition : c'est que la Térébratule de Berrias, qui nous semble plus voisine de celle de la Porte-de-France que de la vraie *diphyoides*, pourrait bien n'être qu'une variété de la *Terebratula diphya*, et alors l'assise qui la renferme, avec l'*Ammonites Calisto*, etc., serait jurassique et correspondrait à nos calcaires lithographiques de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc. C'est un point que de nouvelles recherches stratigraphiques éclairciront bientôt et qui sera encore très-intéressant dans la discussion des questions soulevées par les derniers travaux du savant et regrettable Oppel.

A la suite de cette lecture, M. Hébert présente les observations suivantes :

Observations sur les calcaires à Terebratula diphya du Dauphiné, et en particulier sur les fossiles des calcaires de la Porte-de-France (Grenoble) ; par M. Hébert.

M. Oppel, dont nous regrettons si vivement la mort prématurée, et, à sa suite, quelques-uns de ses disciples, ont classé les calcaires de la Porte-de-France dans l'étage kimméridien; M. Lory croit devoir les maintenir dans l'étage oxfordien. Qu'il me soit permis de fournir quelques documents sur cette question.

Je n'ai point étudié par moi-même et sur place les calcaires à *Terebratula diphya* de la Porte-de-France; mais MM. Lory et Chaper ont bien voulu me communiquer les fossiles qu'ils possèdent de cette intéressante localité. De plus, j'ai exploré avec un soin tout particulier une grande partie du département de la Drôme pour y observer le contact du terrain jurassique et du terrain crétacé. J'ai consacré plus d'un mois à cette seule étude, commencée en compagnie de mon ami, M. le professeur Studer. La ressemblance entre les caractères lithologiques des calcaires oxfordiens supérieurs à *Ammonites plicatilis*, *A. tortisulcatus*, etc., et les calcaires néocomiens inférieurs qui les recouvrent directe-

ment en stratification concordante, est telle qu'il est très-difficile de connaître quand les premiers finissent et quand les autres commencent. Les uns et les autres ont la même teinte gris jaunâtre ou bleuâtre, la même cassure lithographique.

M. Lory, dans sa belle *Description géologique du Dauphiné*, p. 285, donne, comme base de la série néocomienne, l'assise qu'il désigne sous le nom de *marnes néocomiennes inférieures*, caractérisées par les *Belemnites latus, conicus, bipartitus, Aptychus Didayi*, et de nombreuses petites Ammonites. C'est un niveau bien facile à reconnaître et à suivre. M. Lory fait remarquer que cette première assise repose toujours sur les calcaires oxfordiens compacts, ou *calcaires de la Porte-de-France*.

J'ai reconnu qu'une série assez puissante, de 60, 80 ou 100 mètres, de calcaires compacts inférieurs à ces marnes, appartenait encore à la série néocomienne. La difficulté était de séparer ces calcaires des calcaires oxfordiens.

C'est en octobre 1861 que j'ai pu découvrir ce contact au village de Monclus, près de Serres, à la limite des départements des Hautes-Alpes et de la Drôme.

Là les marnes et calcaires marneux riches en fossiles néocomiens (Bélemnites, Aptychus et Ammonites) n'ont pas moins de 190 mètres d'épaisseur.

Au-dessous viennent des calcaires marneux plus ou moins compacts en bancs réguliers, peu fossilifères, épais de 56 mètres. Les échantillons en petit nombre, que j'y ai recueillis, appartiennent aux espèces suivantes : *Ammonites quadrisulcatus*, d'Orb., *A. neocomiensis*, d'Orb., *A. macilentus*, d'Orb.

Ces derniers reposent sur des calcaires tout à fait compacts à structure lithographique, et semblables, en apparence, à la série qui se développe en dessous, et qui appartient incontestablement, comme M. Lory l'a tracé sur sa carte, à l'étage oxfordien. Mais, à force de recherches, j'ai vu que certains petits lits argileux très-minces contenaient, surtout à la base, *A. neocomiensis*, *A. Roubaudianus*, d'Orb., *A. difficilis*, d'Orb., et *Terebratula diphya*. Cette assise, dont l'épaisseur est de 56 mètres environ, comme la précédente, appartient donc encore à l'étage néocomien, épais ici de plus de 300 mètres, dont 100 mètres de calcaires, inférieurs aux *marnes néocomiennes*, constituant un nouveau terme à ajouter à la série, telle que l'a donnée M. Lory.

A la base de cette assise est la limite entre l'étage oxfordien et néocomien. Comme je l'ai dit, aucune différence minéralogique tranchée ne saurait aider à la distinguer. Cependant, en y regar-

dant de près, on peut voir que les calcaires oxfordiens ne renferment ni les fossiles cités ci-dessus, ni ces petits lits d'argiles qui, quoique très-minces, ne manquent guère dans les calcaires néocomiens; et, à Monclus, un lit de marne terreuse jaune de 4 centimètres d'épaisseur indique la ligne de démarcation.

Ce terme inférieur de la série néocomienne se retrouve à Châtillon en Diois, où j'y ai recueilli *Ammonites macilentus*, *A. semisulcatus*, d'Orb., *A. nodulosus*? *Catullo*; à Saint-Julien en Beauchêne, où il forme le lit du torrent, et où j'ai recueilli, dans ces calcaires inférieurs aux marnes à petites Ammonites ferrugineuses, la *Terebratula diphya*, en même temps que l'*Ammonites semisulcatus*, *A. cryptoceras*, d'Orb., *A. macilentus*; dans la forêt d'Eyrolles, auprès de Sahune, où ces calcaires néocomiens inférieurs ont environ 100 mètres de puissance, et sont compris entre les calcaires oxfordiens à *A. plicatilis*, *A. tortisulcatus*, etc., et les marnes néocomiennes extrêmement riches en fossiles; sur le chemin de Chaudon à Barrême (Basses-Alpes), toujours entre les mêmes assises, c'est-à-dire entre les calcaires oxfordiens supérieurs à *A. plicatilis* et *A. tortisulcatus*, qui forment la crête de Chaudon (1), et les marnes néocomiennes que l'on rencontre sur le chemin de Barrême.

C'est donc une règle générale jusqu'ici que, dans la Drôme, le néocomien inférieur est un calcaire compacte lithographique inférieur aux marnes à petites Ammonites, et qui repose directement

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XIX, p. 414, fig. 7 et p. 419.

C'est à tort que j'ai signalé la *Terebratula diphya* dans ces calcaires; c'est une erreur que je m'empresse de rectifier; j'ai reconnu que le fossile auquel j'avais donné ce nom et que je n'avais point suffisamment examiné, était un échinide écrasé de manière à figurer grossièrement la forme singulière de la *T. diphya*.

D'autre part, M. Coquand (*Bull.*, t. XX, p. 565) conteste que ces calcaires appartiennent à l'étage oxfordien; il en fait l'équivalent des calcaires blancs du Var, et les rapporte aux étages corallien, kimméridien et portlandien. Je pense qu'aujourd'hui M. Coquand est éclairé sur ces rapprochements. Les calcaires du Var, grâce aux recherches de M. Dieulafait, sont crétacés et de l'horizon du *Requienia* (*Chama*) *ammonia*; ceux de la Nerthe également, car les fragments rapportés au *Diceras arietina* par M. Coquand, que j'y ai recueillis, ayant été préparés par M. Munier, il est devenu facile d'y reconnaître le genre *Requienia*, et selon toute probabilité la *Requienia Lonsdalii*, Sow., sp. Quant à la crête de Chaudon, il n'y a absolument aucune raison d'en faire autre chose que de l'Oxford-clay supérieur.

et en concordance sur le calcaire oxfordien supérieur, dont les caractères minéralogiques sont sensiblement les mêmes. Je dois ajouter que je n'ai jamais rencontré la *Terebratula diphya* dans les vrais calcaires oxfordiens, mais uniquement dans les calcaires néocomiens.

Cela posé, j'arrive à la question des calcaires de la Porte-de-France. Ces calcaires, qui renferment la *T. diphya*, ont été classés dans l'étage oxfordien, et à cause de leur continuité d'aspect avec les calcaires à Ammonites oxfordiennes, et aussi d'après les déterminations faites par d'Orbigny, qui aurait cru y reconnaître *Ammonites anceps*, *A. Adelaë*, *A. Hommairei*, *A. viator*, etc.

L'examen attentif que je viens de faire des fossiles qui ont reçu ces déterminations, comparativement avec de bons exemplaires des espèces dont ils ont porté les noms jusqu'ici, m'a amené à des conclusions qui ne me paraissent aucunement douteuses. Je place d'ailleurs sous les yeux de la Société les pièces du procès pour qu'elle puisse en juger par elle-même.

1° Le prétendu *A. anceps* est représenté par sept échantillons complets ou incomplets, provenant tous de la localité d'Aizy. Il diffère de l'*A. anceps*, d'Orb., par un caractère constant et que je n'ai retrouvé dans aucun des nombreux exemplaires d'*A. anceps* que j'ai vus, soit dans notre collection de la Sorbonne, soit ailleurs : c'est de présenter deux rangées de tubercules quand l'*A. anceps* n'en présente qu'une. Ces tubercules sont unis par des côtes simples et droites. La première rangée est tout à fait au pourtour de l'ombilic, la seconde à la moitié de la distance de l'ombilic au dos. A partir de cette seconde rangée de tubercules, les côtes se divisent comme dans l'*A. anceps*, et sont également interrompues sur le dos. Il est possible que le fragment figuré par d'Orbigny (*Pal. fr.*, *Terr. jur.*, t. I, pl. CLXVI, fig. 4-5) appartienne à cette espèce. Dans le jeune âge, les tubercules disparaissent, et dans les grands exemplaires la crête qui joint les tubercules s'atténue et tend à s'effacer.

2° Cinq échantillons, quatre d'Aizy, et un des calcaires noirs de la Porte-de-France se rapporteraient à l'*A. Adelaë* de d'Orbigny. Mais d'autre part, en comparant ces échantillons avec l'*A. subfimbriatus*, recueilli par moi dans les calcaires néocomiens d'Allauch (Bouches-du-Rhône), il est facile de constater qu'il y a identité par faite. L'*A. Adelaë*, tel que le figure d'Orbigny (*loc. cit.*, pl. CLXXXIII), ne paraît pas constituer une autre espèce.

3° Les échantillons rapportés à l'*A. Hommairei* sont au nombre

de trois, savoir : deux des calcaires noirs de la Porte-de-France, et un des calcaires gris jaunâtres d'Aizy. Ces échantillons n'appartiennent point à l'*A. Hommairei*. Il y a de l'analogie par la saillie des côtes sur le dos, mais ces côtes s'effacent davantage sur les côtés, et au pourtour de l'ombilic on voit les sillons profonds de l'*A. semisulcatus*. Dans la description de cette dernière espèce, d'Orbigny n'indique point de côtes saillantes sur le dos ; cela tient à ce qu'il n'a eu que des échantillons de petit diamètre (25 millimètres) ; mais j'ai recueilli à Saint-Julien en Beauchêne avec l'*A. cryptoceras*, et à Châtillon en Diois, dans les mêmes calcaires néocomiens inférieurs, des échantillons d'*A. semisulcatus* de 60 millimètres de diamètre qui présentent les côtes saillantes, et qui sont tout à fait identiques avec ceux de la Porte-de-France. La roche est aussi exactement la même. Il faut donc substituer le nom d'*A. semisulcatus* à celui d'*A. Hommairei* pour les fossiles de la Porte-de-France (1).

4° L'échantillon qui m'a été communiqué sous le nom d'*A. viator*, et qui vient de la Porte-de-France, est, sans aucun doute possible, l'*A. Rouyanus*, d'Orb. (syn. *A. infundibulum*, d'Orb.), non Sow., si commun dans les calcaires néocomiens de la Drôme. Il a, comme cette dernière espèce, l'ombilic en entonnoir, les côtes longues et inégales.

5° Deux échantillons d'Aizy appartiennent à l'espèce décrite et figurée par d'Orbigny en 1850 sous le nom d'*A. Calypso* (*Pal. fr., Terr. cr., t. I, p. 167, pl. CII, fig. 7 à 9*), d'après un échantillon recueilli par M. Jeannot dans le néocomien inférieur de la Drôme, et dans les mêmes couches à Senez (Basses-Alpes) par M. Astier. Un peu plus tard, en 1842 (2), en décrivant les Ammonites du lias supérieur, d'Orbigny crut reconnaître la même espèce dans des fossiles du lias supérieur de l'Aveyron et des environs de Digne, et il déclara que c'était d'après de faux renseignements qu'il avait placé l'*A. Calypso* dans le terrain crétacé.

Cependant j'ai recueilli moi-même à Châtillon en Diois, dans les marnes à petites Ammonites ferrugineuses, en compagnie de *Belemnites conicus*, *B. bipartitus*, *B. Orbignyanus*, *Ammonites Astierianus*, *A. Grasianus*, *A. neocomiensis*, *A. Thety's*, *A. asper-*

(1) Ne serait-ce pas aussi avec des échantillons d'*Ammonites semisulcatus*, dans lesquels les sillons qui entourent l'ombilic seraient effacés, que M. Benecke (*Geol. palcont. Beiträge*, pl. X, fig. 3, p. 189, Munich 1866) aurait établi son *A. geminus* ?

(2) *Pal. fr., Terr. jur.*, t. I, p. 342, pl. CX, fig. 1-3.

rimus, *A. quadrisulcatus*, *A. semisulcatus*, *A. diphyllus*, *A. Morelianus*, *Baculites neocomiensis*, etc., une dizaine d'exemplaires de l'*Ammonites Calypso*, parfaitement semblables à la figure donnée par d'Orbigny dans les céphalopodes crétacés (1). Il ne saurait donc y avoir aucune incertitude sur le gisement de cette espèce.

En comparant les échantillons néocomiens avec ceux du lias supérieur de l'Aveyron et avec ceux de l'oolithe inférieure de Beaumont, près de Digne, on reconnaît aisément qu'il y a autant d'espèces distinctes que d'horizons géologiques; il suffit même de la forme des sillons pour distinguer ces espèces avec la plus grande facilité.

Fig. 1.

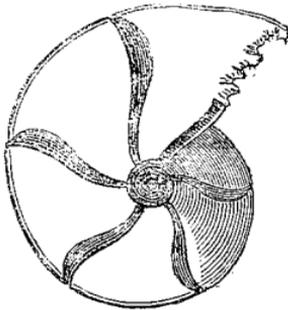
A. Calypso, n. sp.

Fig. 2.

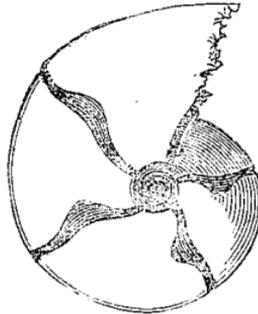
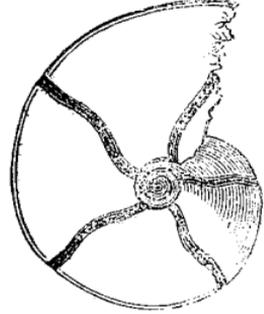
A. Circe, n. sp.

Fig. 3.

A. Nilssoni, d'Orb.

L'*Ammonites Calypso*, d'Orb. (fig. 1), de l'étage néocomien, a six sillons dont le maximum de convexité en avant est au tiers extérieur de leur longueur, et qui viennent, en passant sur le dos, s'infléchir de manière à former une courbe convexe en arrière (fig. 1, a).

L'espèce de l'oolithe inférieure (fig. 2) est très-voisine de l'*A. Zignodianus*, d'Orb. De part et d'autre, en effet, la convexité est au milieu, et, lorsque les échantillons sont bien conservés, cette convexité se prolonge en avant pour former un coude prononcé; mais l'*A. Zignodianus* présente sur le dos, en avant de chaque sillon, un bourrelet qui, d'après d'Orbigny, ne manque jamais ni sur le test ni sur le moule, et qui n'existe dans aucun des nom-

(1) Il est bon d'ajouter que M. d'Archiac a recueilli la même espèce, au même horizon géologique, à Vergons (Basses-Alpes) (*Hist. des progrès de la géologie*, t. IV, p. 506).

breux échantillons que j'ai recueillis dans l'oolithe inférieure des environs de Digne (1).

Je donnerai à cette espèce le nom d'*A. Circe*; ici les sillons traversent le dos presque à angle droit, ne formant qu'une très-légère convexité en arrière (fig. 2, *b*).

Les échantillons du lias supérieur, suffisamment bien figurés par d'Orbigny, présentent, comme les précédents, la convexité au milieu du sillon, mais cette convexité est peu accusée, comme le montre la figure 3. Il est donc facile de distinguer cette espèce des deux précédentes. Je la désignerai sous le nom d'*A. Nilssoni*. Dans cette espèce, chaque sillon s'élargit considérablement sur le dos (fig. 3, *c*), et y décrit une courbe convexe en avant.

Les deux dernières espèces n'ont que cinq sillons au lieu de six que présente la première.

L'*A. Nilssoni* se trouve dans l'Aveyron, au Clapier, d'où M. Reynès nous l'a donnée, à Besançon, en Italie, dans le calcaire rouge de la Brianza; elle caractérise exclusivement le lias supérieur.

6° Un échantillon de la Porte-de-France qui a pu être confondu avec l'*A. plicatilis* appartient certainement à l'*A. subfascicularis*, d'Orb. C'est donc encore une espèce essentiellement néocomienne.

7° Un autre échantillon, qui pourrait aussi être confondu avec l'*A. plicatilis*, se rapproche davantage de l'*A. bidichotomus*, Leym. La principale différence consiste en ce que l'échantillon de Grenoble porte des côtes plus nombreuses et plus fines.

8° Deux échantillons, l'un des calcaires jaunes d'Aizy, l'autre des calcaires noirâtres de la Porte-de-France, ont certainement plus de rapports avec l'*A. plicatilis* que les précédents, et cependant je ne pense pas qu'on puisse établir rigoureusement cette détermination, les côtes offrant dans leur mode d'inflexion et dans leur position des différences incontestables.

9° Un exemplaire présente une double rangée de tubercules comme l'*A. longispinus*, mais ces tubercules sont plus rapprochés de l'ombilic, et l'espèce est beaucoup plus renflée. Sous ce double rapport, il est plus voisin de l'*A. nodulosus*, Catullo; toutefois les

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XIX, p. 412, ligne dernière, *Ammonites Calypso*.

Je n'ai point suffisamment d'échantillons des *A. heterophyllus* du lias et *A. taticus* de l'Oxford-clay, pour décider si les échantillons de l'oolithe inférieure de Digne, auxquels j'ai donné ces noms, doivent les conserver.

tubercules sont moins gros et moins serrés; quoi qu'il en soit, c'est bien la même espèce que j'ai recueillie à Châtillon en Diois avec *A. macilentus* et *A. semisulcatus*, et à Saint-Julien en Beauchêne, dans les calcaires néocomiens inférieurs.

10° Un échantillon, appartenant à M. Lory, se rapproche par son renflement et ses côtes fines de l'*A. Astierianus*, mais avec un ombilic beaucoup plus ouvert et avec des tubercules assez gros au pourtour de l'ombilic, comme dans la variété de l'*A. coronatus* figurée par d'Orbigny (*Terr. jur.*, t. I, pl. CLXIX, fig. 3), et de plus un sillon profond suivant la direction des côtes. C'est donc une espèce nouvelle pour moi.

11° Enfin une dernière Ammonite de la collection de M. Chaper a quelques-uns des caractères de l'*A. hecticus*, et aussi de l'*A. oculatus*; par cela même elle se rapproche aussi de l'*A. lithographicus*, Oppel (1), mais elle présente des côtes plus fortes, des tubercules plus gros et moins nombreux, et c'est certainement une autre espèce.

12° Deux échantillons de Bélemnites qui m'ont été communiqués par M. Lory doivent être rapportés sans nul doute au *Belemnites latus*, Blainv. (2).

C'est avec cette série de fossiles que se trouve la *Terebratula diphya*.

En résumé, d'après les échantillons des calcaires à *T. diphya* de la Porte-de-France qui m'ont été communiqués par MM. Lory et Chaper, je trouve :

1° Qu'aucune espèce n'est oxfordienne ni même jurassique (3) d'une manière bien certaine.

2° Que sept espèces sont incontestablement néocomiennes, savoir : *Ammonites subfinbriatus*, d'Orb., *A. semisulcatus*, d'Orb., *A. Rouyanus*, d'Orb., *A. Calypso*, d'Orb., *A. subfascicularis*, d'Orb., *A. nodulosus*?, Catullo, *Belemnites latus*, Blainv.

3° Qu'une huitième, *Ammonites bidichotomus*, dont cependant l'identité est moins évidente, indique le même horizon.

4° Enfin que trois espèces paraissent nouvelles.

En présence de pareils faits, je crois qu'il n'est pas permis d'hésiter, et qu'il faut rapporter à l'étage néocomien les calcaires

(1) *Palæont. mith.*, p. 228, t. CXVIII, fig. 4-3.

(2) Ils proviennent des couches les plus élevées.

(3) M. Lory cite, il est vrai, dans les calcaires à *Terebratula diphya*, *Apthycus lævis* et *A. lamellosus*; ces déterminations auraient peut-être besoin d'une nouvelle vérification.

de la Porte de France où se rencontrent les fossiles précédents, aussi bien que ceux d'Aizy, au nord-ouest de Grenoble.

A la Porte de France, il y a, à la base, des couches oxfordiennes. M. Lory a, en effet, rencontré dans les bancs inférieurs *Ammonites plicatilis*, *A. oculatus*, *A. tortisulcatus*, *Belemnites hastatus*. C'est à notre savant confrère à établir maintenant la limite précise entre les calcaires oxfordiens et néocomiens.

La localité d'Aizy présente une difficulté de plus. Là, comme à la Porte de France, les calcaires lithographiques à *Ammonites subfimbriatus* (*A. Adelæ*), *A. Rouyanus* (*A. viator*), *A. semisulcatus* (*A. Hommairei*), sont certainement néocomiens. D'après M. Lory (p. 276), ces fossiles se trouvent dans les couches supérieures, tandis que les couches inférieures et moyennes, si elles renferment *A. plicatilis*, *A. coronatus*, seraient oxfordiennes. Que serait alors la masse bréchiiforme, épaisse de 2 mètres, qui recouvre les calcaires lithographiques supérieurs dont nous venons de parler, et où M. Lory a reconnu *Cidaris coronatus*, Goldf., et d'autres fossiles qui lui ont fait rapporter cette couche aux calcaires coralliens? C'est ce qu'il m'est impossible de dire en ce moment (1).

Ce fait, encore inexpliqué, faute d'une étude suffisante, ne saurait infirmer ceux qui sont établis sur des données positives, et d'où résulte cette conclusion, que les calcaires à *Terebratula diphyæ* du Dauphiné appartiennent, non à l'étage oxfordien, mais à l'étage néocomien. Il est probable qu'il en sera de même, en France, dans les autres gisements où ce fossile a été considéré comme oxfordien, et, si cela se confirme, ce sera encore une anomalie de moins dans le domaine de la géologie.

Un autre résultat de ce qui précède, c'est qu'il reste établi que, dans les Alpes du Dauphiné, les étages corallien, kimméridien et portlandien manquent, aussi bien que dans la région des Cévennes qui fait face, et qu'il y avait, par conséquent, entre les Alpes et le plateau central, une zone émergée pendant le dépôt de ces étages, zone qui séparait le bassin méditerranéen du bassin jurasso-germanique.

Le corail-rag de l'Échaillon, aussi bien que celui du Salève (Savoie), les couches à Gryphées virgules signalées en quelques

(1) Que dire encore de cette localité de Lemenc près de Chambéry, où cette même couche bréchiiforme, avec nombreux fossiles coralliens, se trouverait intercalée dans la série oxfordienne? Les géologues qui ont su nous expliquer *Petit Cœur* sauront sans aucun doute déchiffrer cette nouvelle énigme stratigraphique.

points du département de l'Isère, se rattachent souterrainement aux couches du même âge du Jura. Je crois être dans le vrai en supposant, ce qui résulte d'ailleurs des travaux des auteurs qui ont plus particulièrement décrit ces contrées, et en particulier de ceux de M. Lory (*loc. cit.*, p. 273), qu'à cette époque la mer formait dans le Jura un golfe fermé au nord par les massifs des Vosges et de la Forêt Noire, unis ensemble par les dépôts du groupe jurassique inférieur, à l'ouest par la Côte d'Or, les montagnes du Beaujolais et le massif du Pilat, et au sud par un vaste bombement oxfordien qui unissait les Cévennes aux Alpes du Dauphiné.

La zone émergée qui séparait, à cette époque, les deux bassins, s'étendait fort loin à l'est par la chaîne des Alpes dont une large bande ne porte aucun indice des derniers dépôts jurassiques et montre constamment le contact direct des calcaires néocomiens sur les calcaires oxfordiens. Les travaux les plus récents en font foi, tout en indiquant de la part des auteurs une tendance à tirer de leurs observations des conclusions tout à fait opposées. C'est ainsi que le travail considérable et fort bien fait de M. le docteur Benecke sur le Tyrol, que nous avons cité plus haut, nous fait connaître, avec plus de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, la succession des assises qui constituent le sol du versant méridional de cette partie des Alpes. On sait à quelles discussions a donné lieu le calcaire rouge à Ammonites entre les géologues italiens, notamment MM. de Zigno et Catullo, et le singulier mélange d'espèces jurassiques et crétacées que présente ce système.

M. Benecke a fait une étude spéciale de ce calcaire rouge ammonitifère; il le divise en deux assises dont il donne la faune séparément. Je remarque que la plus grande partie des espèces sont des formes nouvelles, et que, dans l'assise inférieure, on trouve des espèces caractéristiques de l'Oxford-clay moyen de la France, comme :

1° *Ammonites eurystomus*, Benecke, qu'il m'est impossible de distinguer de la variété renflée de l'*A. Babeanus*, d'Orb., de l'Oxford-clay moyen des Vaches noires (Calvados).

2° *A. perarmatus*, d'Orb., du même niveau; espèce très-variable, et dont les variétés peuvent très-bien être prises pour l'*A. rapellensis*, d'Orb., que M. Benecke cite avec les précédentes dans l'assise inférieure des calcaires rouges à Ammonites.

3° *A. polyolcus* qui ne diffère de l'*A. Zignodianus*, d'Orb., que par le nombre des sillons. Au nombre de 12 dans l'exemplaire figuré par M. Benecke, les sillons se réduiraient à 5 dans l'*A. Zignodianus* d'après d'Orbigny; mais j'ai sous les yeux un échan-

gillon de la Voulte qui en a 7 et qui, pour tout le reste, est identique.

A côté de ces espèces indiquant un horizon inférieur à notre *Oxford-clay* supérieur de France, M. Benecke signale, il est vrai, l'*A. Achilles*; mais combien de fois n'a-t-on pas cité à tort cette espèce, si difficile à bien caractériser, dans notre *Oxford-clay* moyen?

J'en conclus donc que l'assise inférieure des calcaires rouges ammonitifères du Tyrol appartient, selon toute probabilité, à notre *Oxford-clay* moyen.

L'assise supérieure, celle qui est caractérisée par *Terebratula diphya* renferme *Belemnites latus*, de Bl. (1), *Ammonites quadrisulcatus*, *A. ptychoinus*, Qu., et *A. geminus*, Benecke, que je considère comme ne faisant qu'une seule et même espèce, et que je soupçonne, comme je l'ai dit plus haut, n'être autre chose que l'*A. semisulcatus*, d'Orb. C'est encore la même espèce que Catullo (*Geogn. palæoz.*, pl. XII, fig. 3, 1847) a désignée sous le nom d'*A. Zignii*.

Je trouve dans Catullo le véritable *A. Calypso* provenant de ces mêmes couches, et presque tout le reste est étranger à la faune française. Je cherche en vain une seule raison de placer ces couches au niveau du *Kimmeridge-clay* ou de tout autre horizon du groupe jurassique supérieur.

M. Benecke cite, il est vrai, l'*A. tortisulcatus* qui, chez nous, est exclusivement oxfordien; mais tous les géologues l'avaient aussi, en France, associé à la *Terebratula diphya*, et aujourd'hui je suis convaincu que c'est une erreur. En est-il de même pour le Tyrol? C'est une question à laquelle M. le docteur Benecke sera plus à même de répondre que moi.

Je suis donc très-fortement porté à croire que le Tyrol présente dans ces calcaires rouges ammonitifères la même difficulté que les calcaires dits de la *Porte de France*. Mêmes caractères lithologiques dans deux assises d'âge très-différent, en superposition directe et concordante. Je ne vois jusqu'ici aucune preuve sérieuse que les calcaires coralliens, kimmériens et portlandiens des régions au nord des Alpes soient représentés dans le Tyrol, et sur tout le versant méridional des Alpes, du Tyrol au Dauphiné. La continuité entre les couches jurassiques et les calcaires à *T. diphya*,

(1) M. Benecke dit *Belemnites latus*, Qu. (non Blainv.), mais le *B. latus*, Qu., est de Barrême, et c'est bien l'espèce néocomienne connue sous ce nom.

n'est qu'une apparence trompeuse. Je crois l'avoir démontré pour le Dauphiné. Je suis persuadé qu'on doit arriver à un semblable résultat pour le Tyrol.

M. Chantre donne lecture de la note suivante :

Note sur des cavernes à ossements et à silex taillés du Dauphiné ;
par M. Ernest Chantre.

Il y a quelque temps, me trouvant dans les Pyrénées et le sud-est de la France, j'ai pu étudier quelques-unes des nombreuses cavernes à ossements et à silex taillés que renferment ces pays ; de retour dans le nord du Dauphiné, cherchant à suivre ces premiers vestiges de la civilisation humaine, j'ai été assez heureux pour trouver plusieurs cavernes contenant des débris divers attestant le passage, en ces lieux, des peuplades de l'âge de pierre.

Jusqu'à présent il ne m'a été possible de visiter qu'un petit nombre de stations, mais j'espère, d'après ce que je viens d'observer, que des recherches poussées plus loin, dans les environs, permettront de compléter ces premières découvertes. Il existe, en effet, dans ces pays, un grand nombre de cavernes ; celles que j'ai fouillées sont distantes de Lyon d'environ 40 kilomètres ; elles sont creusées dans les escarpements calcaires dépendant de la formation oolithique inférieure, du massif de montagne qui s'élève à l'extrémité nord du département de l'Isère. La plus remarquable de ces grottes est celle de la Balme, qui, à juste titre, classée parmi les merveilles du Dauphiné, est visitée chaque année par un grand nombre de voyageurs. Les autres, moins considérables et beaucoup moins connues, sont situées non loin de Crémieu au Mas de Béthenas.

Grotte de la Balme.

La grotte de la Balme, située au nord-est du village du même nom, à un kilomètre du Rhône, sur la rive gauche, est à 40 mètres environ au-dessus du niveau de la plaine. L'entrée est tournée à l'ouest ; c'est une voûte gigantesque de 35 mètres de haut sur 25 mètres de large, qui, se continuant dans les mêmes proportions et sur une longueur de 400 mètres environ, constitue la première salle, d'où partent plusieurs couloirs aboutissant à d'autres salles généralement assez vastes ; la longueur totale de la grotte est de 500 mètres environ. Dans le fond, une masse d'eau considérable, ne tarissant jamais, et que l'on est convenu d'appeler

lac, remplit une galerie de 150 mètres de long sur 4 ou 5 mètres de large. Les eaux semblent, de prime abord, ne point s'écouler ; ce n'est que près de la première salle qu'elles reparaissent pour former un torrent parfois impétueux.

La présence de ces eaux dans la caverne, ainsi que diverses questions qui s'y rattachent, ont soulevé de nombreuses discussions, au sujet desquelles les géologues n'ont pas, jusqu'ici, fait coordonner leurs opinions. Quoi qu'il en soit, après l'examen des lieux, il n'est pas à douter que ces eaux n'aient joué un rôle actif sur les dépôts qui nous occupent. Le niveau actuel du torrent est, du reste, à 8 mètres au-dessous de la brèche anté-historique, et tout porte à croire que son lit ne s'est pas déplacé depuis la formation du dépôt ; au surplus, aucuns débris ne paraissent avoir été roulés.

Au moyen des fouilles que j'ai fait exécuter dans la première salle, à 30 mètres de l'entrée, j'ai constaté la présence d'un dépôt composé de pierres provenant de la dégradation de la voûte, de nombreux fragments de dents et d'ossements brisés, de silex et d'os taillés, enfin de quelques débris d'une poterie assez grossière accompagnée de charbons et de cendres, le tout relié par un limon jaunâtre et compacte, formant la partie supérieure d'une brèche très-dure. Ce dépôt a, dans sa partie moyenne, 0^m.90 d'épaisseur ; il occupe, dans la salle, une surface relativement considérable ; j'ai pu, à la fin de mes recherches, en compagnie de mon savant ami M. Albert Falsan, évaluer cette surface à 50 mètres environ. C'est à l'extrême obligeance de M. le docteur Fischer que je dois la détermination de tous les ossements de ces cavernes.

Les espèces d'animaux que l'on retrouve à la Balme sont les suivants : *Bos primigenius*, *Cervus tarandus*, *Cervus elaphus*, *Equus ? Sus scropha*, *Arvicola*, *Tetrus albus*, chocard des Alpes, de plus, des fragments indéterminables de deux petits carnassiers de la taille d'une belette.

A ces débris sont associés des silex taillés dans les types de couteaux et de racloirs, puis des os façonnés en forme de poinçons, de têtes de flèches et d'aiguilles.

Caverne de Béthenas.

La caverne de Béthenas, située au nord de Crémieu, est à quelques minutes de la ville ; son ouverture, tournée au sud-sud-est, a 12 mètres de haut sur 5 de large. Elle est à 40 mètres environ au-dessus du niveau de la vallée.

C'est à l'entrée même que j'ai plus spécialement fait mes recherches. Le sol était recouvert de stalagmites empâtant des débris de la roche environnante ; des infiltrations de carbonate de chaux avaient solidifié un mélange de terre noirâtre, de cendres, d'ossements brisés et de silex taillés. Cette sorte de brèche paraît avoir une épaisseur assez considérable, car une tranchée de 3 mètres de profondeur n'a pas atteint le sol primitif de la caverne.

A ce niveau et dans la partie la plus abritée, un amas de charbons, de cendres, de pierres de différentes natures, plus ou moins calcinées, indiquait l'emplacement d'un foyer. Tout autour gisaient épars, en grande quantité, des dents et des ossements que l'on peut rapporter aux espèces suivantes : *Bos primigenius*, *Bos prisus*, *Cervus tarandus*, *Cervus elaphus*, *Equus*, *Sus scropha*, *Felis catus* ? *Homo*. L'homme est représenté par un radius ; cet os est blanchi et happe à la langue, comme tous ceux qui ont été exhumés de ces dépôts.

Au milieu de ces débris étaient disséminés divers instruments, tels que des couteaux, des pointes de flèches, des racloirs en silex, enfin, et en petit nombre, des os plus ou moins finement travaillés, en forme de poinçons et d'aiguilles. Ces armes et ces outils ont été probablement façonnés sur place, car ici, comme à la Balme, avec eux se trouvaient des *nuclei* et un grand nombre d'éclats informes provenant sans doute de leur fabrication.

Ces silex, offrant quelques particularités de nature et d'aspect, j'ai dû chercher quelle pouvait être leur provenance. Il existe, dans les bancs de l'oolithe inférieure du Dauphiné, des silex ou des calcaires très-siliceux, d'un blanc jaunâtre, quelquefois gris et rudes au toucher. Or, ce sont là les caractères en général des silex taillés des cavernes de ces régions ; j'ai donc lieu de croire que la majeure partie avait été tirée de la localité même.

Cependant, quelques pièces présentant un faciès différent me paraissent avoir été apportées de plus loin ; ce sont des silex rubannés ainsi que d'autres beaucoup plus fins dont je n'ai pu retrouver d'échantillons semblables dans le pays. Dans l'une et l'autre de ces cavernes, le plus grand nombre des os est cassé et fragmenté, comme tous ceux que l'on retrouve dans les stations de l'âge de pierre et les *Kjökkenmöddings* ; plusieurs offrent encore l'empreinte d'instruments tranchants ou contondants ; quelques-uns même sont carbonisés.

Par la grossièreté de leur forme, les instruments de la Balme et de Béthenas semblent indiquer le début de l'art et une civili-

sation relativement beaucoup moins avancée que celle dont on a observé tant de restes, si extraordinairement ouvrés, dans les grottes du Midi et du Périgord. Les grands silex taillés sont rares, et je n'ai trouvé, jusqu'à présent, des instruments finement travaillés qu'en très-petit nombre et aucune trace de sculpture.

Les faits que je viens d'énumérer rapidement me conduisent à rapporter les grottes de la Balme et de Béthenas à l'âge du Renne ; ce sont, du reste, les ossements de ce dernier animal qui prédominent dans ces gisements avec ceux du *Bos primigenius*.

Caverne inférieure de Béthenas.

Dans le même escarpement et à quelques mètres plus bas que la caverne de Béthenas se trouve une autre excavation beaucoup moins grande ; elle n'a guère que 40 mètres de large, 3 mètres de haut et 1 mètre de large dans sa partie moyenne ; son ouverture, tournée au sud-sud-est, est à 20 mètres au-dessus de la vallée. J'ai recueilli, dans le fond de cette grotte et sous 4 mètre de limon jaunâtre, dont elle était remplie, deux demi-maxillaires inférieurs, quelques vertèbres, des clavicules, des côtes, un radius et des phalanges d'homme, associés à des ossements de blaireau et de renard. Parmi ces débris se trouvait un seul et assez beau silex taillé en couteau ou raclette.

Le propriétaire de la caverne, qui avait enlevé, il y a quelque temps, une partie de ce limon, que recouvrait une couche de stagnmites, me dit y avoir trouvé, près de l'entrée et à deux mètres de profondeur, plusieurs squelettes d'homme dont il n'a conservé qu'un seul crâne qu'il a bien voulu me donner. Ce crâne est brachycéphale orthognathe ; il est remarquable par la saillie considérable des arcades sourcilières et le grand développement de la crête occipitale, ainsi que par la tubérosité qui sépare les côtés droits et gauches de cette crête ; les dents sont, de plus, fortement usées.

M. le professeur Gervais pense que ces restes humains peuvent plutôt se rapporter à l'époque des habitations lacustres de l'âge de pierre qu'à l'époque du Renne.

Ce beau pays a été de tout temps recherché par les hommes, car, à ces peuplades troglodites dont je viens de décrire les vestiges, succédèrent, dans ces contrées, celles que l'on désigne sous le nom de celtiques ou de l'âge de la pierre polie ; on a trouvé un certain nombre de haches en serpentine et en jadeite ; j'en possède entre autres trois qui ont été recueillies dans le voisinage des grottes.

On a déjà signalé, non loin de ces stations, plusieurs dolmens; les plus remarquables se trouvent entre Crémieu et Hières. Dans ces mêmes localités on avait élevé un grand nombre de tumulus; on en a déjà détruit la plus grande partie, et chaque jour ils tendent à disparaître. Les fouilles dont plusieurs ont été l'objet ont fourni quelques armes en bronze.

À la suite de cette communication, M. Locard présente les observations suivantes :

La période anté-historique présente des débris analogues dans le Lyonnais et dans la Bourgogne; en effet, il y a déjà quelque temps, MM. A. Falsan et E. Chantre ont rencontré, aux environs de Lyon, dans le mont d'Or, des vestiges assez nombreux qui permettent d'attester, dans ces pays, la présence des mêmes peuplades que celles qui vivaient alors de l'autre côté du Rhône, dans le Dauphiné; ils ont été assez heureux pour recueillir un certain nombre de haches en pierre, de flèches, de poinçons et de plusieurs autres instruments en pierre façonnée; les haches sont toutes de forme triangulaire, un peu courtes, et leur surface polie semble suffisamment indiquer qu'elles ont dû être travaillées par une main habile, et que l'art, à cette époque, avait déjà fait d'assez grands progrès.

Au mois de septembre dernier, M. A. Falsan et moi nous avons trouvé, en Bourgogne, dans la vallée de la Saône, des fragments de silex taillés; nous les avons recueillis près de Sennecey-le-Grand, sur un petit piton jurassique nommé le Peut; nous avons appris que plusieurs haches polies avaient été trouvées à diverses époques dans les environs de cette localité.

Un fait digne de remarque, c'est que dans le mont d'Or lyonnais comme dans toute la vallée de la Saône, ces témoins de la période anté-historique se rencontrent presque toujours sur les points culminants des montagnes plutôt que dans les vallées; la constitution géologique du sol n'offrant pas, comme dans l'Isère, de vastes grottes qui pouvaient aisément se transformer en habitations, les premières peuplades de la Gaule antique ont dû se créer un habitat dans les régions les plus inaccessibles avec des matériaux calcaires et se bâtir des abris analogues à ceux que l'on rencontre encore en si grande abondance dans les montagnes qui bordent la Saône au nord de Lyon, et qui, de nos jours, sous le nom de *cabornes*, servent de refuges aux pâtres surpris par l'orage.

Ce n'est que plus tard, à mesure que la civilisation fit sentir ses bienfaits, que ces peuplades, devenues moins belligérantes, descendirent dans les vallées et dans les plaines pour en cultiver le sol; mais, alors, les premiers instruments en silex avaient déjà fait place au bronze et au fer.

Presque toujours ces derniers vestiges de pierre sont accompagnés de débris romains; il est à présumer que ces mêmes stations ont dû servir de postes retranchés lors de la conquête de la Gaule; le circumvallum qui entoure le sommet de la montagne de Peut, où l'on trouve en même temps et la pierre et le fer, en serait une preuve.

M. de Saporta donne lecture de la note suivante :

Sur une note présentée à la Société botanique ; par M. Gaston de Saporta.

J'ai présenté dernièrement à la Société botanique une note relative à l'ordre d'apparition successive, à la marche et au développement des types végétaux actuels à travers les âges géologiques. Plusieurs membres de la Société m'ont exprimé obligeamment le désir de me voir communiquer dans cette enceinte une analyse de cette note; n'en n'ayant pas le texte sous les yeux, je me contente d'en résumer très-rapidement devant vous les idées principales.

Cette note avait le double but d'exposer les procédés de la paléontologie végétale, généralement peu connue et mal appréciée, et de combattre des tendances fausses ou exagérées, de nature à faire dévier cette science en y introduisant l'habitude d'une sorte d'arbitraire.

Les recherches paléophytologiques reposent selon moi sur deux bases ou principes essentiels qu'on ne saurait invoquer isolément dans la pratique de cette science.

La première de ces bases consiste dans les débris végétaux considérés en eux-mêmes et dans l'analyse de leurs caractères saisissables. Les règles de la botanique ordinaire sont applicables à ces sortes de travaux, dont la valeur dépend du degré plus ou moins évident de probabilité qu'ils présentent; de là plusieurs classes de détermination.

En effet, il n'en est pas des végétaux comme des animaux, et surtout des mollusques et des vertébrés, dont les restes fossiles présentent généralement des parties essentielles, qui sont celles-là

mêmes sur lesquelles se trouve établie la classification de ces êtres à l'état vivant.

Les fossiles végétaux sont presque toujours des empreintes, des fragments d'organes ou enfin des organes isolés de l'ensemble dont ils faisaient partie. L'ensemble lui-même fait ordinairement défaut. Il faut le reconstruire par induction, et surtout par la comparaison des portions conservées avec les portions correspondantes des végétaux actuels les plus similaires.

On conçoit donc que la valeur des attributions peut et doit être fort inégale, en raison de l'importance, du caractère et du degré de conservation des organes que l'on décrit.

Dans certains cas, la plante est complète ou du moins on n'a besoin que d'un faible effort pour la recomposer ; dans d'autres cas, l'assimilation est moins évidente ; dans d'autres enfin, elle devient obscure ou même problématique.

Je distingue plusieurs sortes d'attributions pour les espèces végétales fossiles.

Les unes sont fondées sur l'examen de toutes les parties de la plante ou du moins des plus essentielles, c'est-à-dire des organes de la fructification, et j'applique le nom rigoureux de *détermination* à cette première catégorie d'espèces, moins rares qu'on ne le croit généralement.

Les secondes, que j'appelle du nom déjà moins précis d'*assimilation*, sont relatives à des feuilles isolées, mais revêtues, comme celles des *Acer*, *Ulmus*, *Smilax*, des frondes de *Palmier*, etc., de caractères analogiques assez saillants pour n'entraîner qu'une légère chance d'erreur ou d'incertitude. Ces sortes d'attributions équivalent encore à la presque certitude dans la majorité des cas.

Enfin, je réunis sous la dénomination beaucoup plus vague de *rapprochement* toutes les attributions fondées sur l'examen des seuls caractères de la nervation, caractères plus susceptibles d'égaler que les précédents, exigeant de la part de celui qui les emploie une sorte de tact et beaucoup d'habitude, mais qui, le plus souvent, n'entraînent pas nécessairement la conviction après eux et deviennent souvent une source d'illusions et d'erreurs.

Le *second principe fondamental* ou plutôt la base même de toutes les recherches relatives aux plantes fossiles consiste à se conformer, dans leur étude, à des règles positives en parfaite harmonie avec les lois générales qui président à la paléontologie stratigraphique. Plus ces lois paraissent compliquées, plus elles semblent varier dans leur application aux diverses séries d'êtres organisés, plus on doit s'attacher à les connaître, à les définir, et

s'abstenir de toute opinion qui tendrait à s'en écarter, sans preuve directe et décisive.

La botanique fossile doit être une science sérieuse, non pas livrée à la fantaisie des rapprochements que suggère le hasard, mais fondée sur l'observation rigoureuse des phénomènes biologiques et solidaire des autres branches de la paléontologie, quoique présentant des particularités qui lui sont propres.

Pour appliquer ces principes et faire ressortir à la fois la concordance des phénomènes généraux et la mesure des diversités inhérentes à la série végétale, j'ai pensé que le moyen le plus sûr était de dresser une liste, même incomplète, des familles et des genres actuels, dont l'existence à l'état fossile a été constatée d'une manière assez sûre pour ne pas faire l'objet d'un doute raisonnable, en les rangeant d'après l'ordre relatif de leur apparition successive.

En me bornant aux seuls genres actuels et à ceux de ces genres dont l'existence ancienne est à peu près indubitable, j'ai le grand avantage d'écarter les notions vagues, les erreurs et les hypothèses; j'établis des points de contact et des relations de la plus haute importance entre les groupes anciens et ceux de nos jours; il est certain que la manière dont ceux-ci se trouvent actuellement distribués à la surface du globe peut nous fournir des lumières précieuses touchant leur origine, leur marche, leur développement ou leur déclin. Enfin, en considérant des groupes qui ont à la fois leur racine dans le passé et leur raison d'être dans le présent, j'embrasse le cours entier de leur destinée; je saisis leur point de départ originaire dont je puis indiquer approximativement l'époque, et je vois leur état présent dont la variété me donne la mesure du chemin que chacun d'eux a parcouru avant d'arriver à l'âge actuel.

Sans entrer dans le détail de l'énumération fort longue que j'ai donnée, je me contenterai d'affirmer que jusque vers la fin de l'éocène tous les genres dont on a pu constater l'existence sont actuellement ou *amphigés*, c'est-à-dire répandus dans les deux hémisphères ou même sur le globe entier (*Equisetum*, *Asplenium*, etc.), ou au contraire morcelés et réduits à une aire d'habitation très-limitée, sous les tropiques ou dans la zone australe. Il en est ainsi en particulier du genre *Araucaria*.

C'est à la fin de l'éocène seulement qu'on voit apparaître des genres demeurés particuliers à l'Europe ou plutôt exclusivement propres à la *zone tempérée boréale* prise dans son ensemble. A la même époque, on rencontre encore des traces de certains genres

extra-européens confinés dans l'âge actuel dans certaines régions déterminées de l'ancien ou du nouveau continent, mais non plus communs à tous les deux (*Engelhardia*, *Robinia*, *Brachypodium*, etc.).

Dans ce temps-là même cependant les genres amphigés ou ceux qui, étant amphigés, sont réduits maintenant à un petit nombre d'espèces dispersées sur de grands espaces, sont de beaucoup encore les plus nombreux. Il en est de même de ceux dont les types semblent avoir successivement décliné (*Collitris*, *Widdringtonia*, *Sequoia*) ou qui sont entièrement disjoints (*Dracæna*), ou enfin dont les espèces, séparées les unes des autres par de très-grands intervalles, se trouvent disséminées sur des points très-éloignés et sans connexion apparente (*Coriaria*). Les résultats généraux qui ressortent de l'énumération précédente peuvent être résumés ainsi qu'il suit : il a existé autrefois, pour les genres le plus anciennement apparus, deux causes de diffusion : la longueur du temps écoulé et l'uniformité des conditions extérieures, physiques et climatériques. Ces deux causes réunies originairement ont dû agir d'une manière très-intense pour procurer à ces premiers groupes une extension pour ainsi dire sans limite.

La seconde de ces deux causes a cessé d'agir après un temps très-long, et, par une gradation insensible, elle a fait place à une diversité croissante de conditions extérieures ; de là, comme conséquence, diversification des types de plus en plus variés et localisés ; de là encore, comme résultat extrême de cette diversification, toutes les fois que les types anciens, formés sous l'empire de conditions antérieures, ont cessé de pouvoir s'adapter à celles qui prévalaient, *discontinuité des aires d'habitation*, d'abord fractionnées, puis successivement réduites, et enfin élimination générale ou partielle. On observe, à l'état fossile, conformément à ces principes, des types végétaux, qui, dans la nature actuelle, se trouvent placés dans les catégories suivantes, en apparence bien opposées et résultant pourtant de l'action combinée des mêmes causes.

1° Des genres actuellement très-diffus, amphigés, comprenant un grand nombre d'espèces (*Pteris*, etc.).

2° Des genres très-diffus, mais ne comptant plus qu'un assez petit nombre d'espèces (*Myrica*).

3° Des genres disjoints, c'est-à-dire divisés en un ou plusieurs groupes séparés les uns des autres par de grands espaces maritimes et continentaux (*Dracæna*).

4° Des genres disjoints et fractionnés, c'est-à-dire distribués en un certain nombre de stations distinctes et discontinues (*Coriaria*).

5° Des genres près de finir, c'est-à-dire cantonnés dans une région très-limitée et réduits, dans cette région, à un petit nombre d'espèces (*Siquoia*) ou même à une seule (*Callitris*).

Tels sont les caractères distinctifs des genres dont on peut signaler l'existence comme certaine dans les terrains antérieurs à l'éocène supérieur, soit à l'époque du gypse de Montmartre, époque que, dans l'état actuel des connaissances, on peut regarder comme le point de départ des genres d'un caractère plus moderne, c'est à-dire de ceux qui, étant adaptés à des conditions spéciales, se trouvent distribués par régions, limités au moins à une des grandes zones terrestres, et représentés par des espèces habitant sans discontinuité l'intérieur de la région qui leur est propre (*Acer*).

M. Alphonse Milne Edwards lit un mémoire sur l'*Ostéologie du Dodo ou Dronte (Didus ineptus)* dans lequel il conclut de ses recherches que cet oiseau, tout en prenant place à côté des Pigeons, ne doit pas être considéré comme une Colombe marcheuse, qu'il ne peut entrer dans la même famille et qu'il faut le ranger dans une division particulière de même valeur.

M. Paul Gervais fait remarquer qu'il a, dans la journée même, présenté à l'Académie des sciences, un mémoire ayant aussi pour objet des os du Dronte récemment découverts à l'île Maurice. Ce mémoire lui est commun avec M. Coquerel, chirurgien de la marine impériale. M. Gervais discute avec M. Alph. Milne Edwards quelques-unes des affinités du Dronte; il admet, comme notre collègue, que cet oiseau doit constituer une famille à part et il cite plusieurs groupes dont il lui paraît se rapprocher à divers égards. Un des résultats auxquels MM. Gervais et Coquerel sont arrivés est la démonstration de ce fait curieux, que le Dronte différerait encore plus du Pézophaps qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent.

Des planches sont jointes au travail de MM. Gervais et Coquerel qui ne tardera pas à paraître. Il en sera imprimé un extrait dans les *Comptes rendus de l'Académie*.

M. Goubert présente quelques fossiles des environs de Paris et accompagne cette présentation des observations suivantes :

Nouveaux gisements de diluvium d'eau douce aux environs de Paris; par M. Ém. Goubert.

J'ai l'honneur d'annoncer à la Société que je viens de constater dans les environs immédiats de Paris trois gisements assez curieux de diluvium avec coquilles d'eau douce et terrestres. Comme tous les faits se rapportant à la période diluvienne présentent un certain intérêt en raison des travaux récents sur cette importante partie de la chronologie terrestre, j'ai cru pouvoir appeler l'attention des géologues sur ces localités suburbaines.

Les deux premières sont à Gentilly, tout près des fortifications.

Quand, sorti de Paris par la barrière de Fontainebleau, on prend la première rue à droite (*rue du Pont-Neuf*), on rencontre une vaste carrière que M. Lasalzède fait ouvrir pour l'exploitation du calcaire grossier. Les tranchées n'ont jusqu'à ce jour mis à nu que le diluvium, et c'est sur ce diluvium que je veux dès l'abord m'arrêter. La coupe, de bas en haut, est la suivante :

1° Poudingue siliceux et calcaire, à gros morceaux de silex de la craie, avec des plaques de calcaire grossier à foraminifères et à *Corbula angulata*; quelques galets de granite rouge à gros grains, os de *Bos*, dents d'*Elephas primigenius*. 0^m,8

2° Marne argileuse blonde, avec poches irrégulières de sable grossier, blanchâtre, à petits grains de quartz. Par place, ce sable devient très-ferrugineux. Il contient beaucoup d'opercules de *Bithynia tentaculata*, plus des coquilles terrestres et d'eau douce fort fragiles. Dans l'argile même, *Helix*, *Cyclas*, *Pisidium*, *Valvata*, *Vertigo muscorum*. Pas de coquilles tertiaires roulées, sauf un petit polypier. 3^m,00

3° Argile ocreuse, en couche assez régulière, tranchant sur la couleur de l'argile sous-jacente. 0^m,15

4° Argile marneuse moins ferrugineuse, mais plus rouge que celle du n° 2, avec lits verdâtres à la base. Elle est très-compacte, sans graviers roulés, et passe, vers la partie supérieure, à la terre végétale. Nombreux opercules de *Bithynia tentaculata*, nombreux *Pisidium* (les mêmes que plus haut), quelques *Cyclas*, *Helix* (petites espèces, surtout *H. hispida*, L.), *Valvata*, *Planorbis*, *Unio*. 3^m,00

Cette coupe me paraît appartenir tout entière à ce que les géologues parisiens nomment *diluvium gris*. Le poudingue consolidé n° 1 est le même que celui que M. Ch. d'Orbigny a signalé

à la Société le 7 novembre 1859, comme existant à la base des sables de la rue de Reuilly. L'argile n° 4 n'est certainement pas du lœss (le lœss de Bicêtre, blond et argileux, contient quelques coquilles identiques). Elle se rattache à la zone de sable marneux à coquilles terrestres et fluviatiles que M. Ch. d'Orbigny annonçait à la même séance comme existant sur le trajet du chemin de fer de Vincennes entre le diluvium gris et le diluvium rouge, zone qu'il avait constatée dès 1855 à Charonne (1). Nous croyons donc pouvoir assimiler ces argiles à la couche sableuse de Joinville-le-Pont décrite par M. Ch. d'Orbigny dans la séance du 21 novembre 1859, et qui est malheureusement perdue pour la géologie parisienne, la carrière ayant été comblée.

Notre argile, comme celle que nous signalerons rue des Barons, diffère cependant à plusieurs points de vue d'avec l'assise si bien connue de Joinville. On ne rencontre au-dessus de ces deux gisements de Gentilly ni le lœss ni le diluvium rouge; mais ces couches sont classiques à quelques pas de là, près de l'hospice de Bicêtre. L'argile de la rue du Pont-Neuf paraît moins fossilifère que le sable de Joinville, surtout en espèces; le fait est peut-être dû à ce que les coquilles n'y sont pas dégagées et à leur grande fragilité. Quant aux individus, ils pullulent, et, en cassant des mottes de cette argile, on trouve certains fragments littéralement couverts de fossiles, de Pisidies notamment, presque toujours bivalves ou d'opercules de *Bithynia tentaculata*.

Les coquilles de la couche lacustre en question appartiennent, comme celles de la rue des Barons, dont je vais parler, aux genres aquatiques et surtout terrestres de nos environs. Je n'y ai pas constaté, comme à Joinville, d'espèces du midi de la France (*Paludestrines*, *Bithynia marginata*, Dupuis, etc.). Ce qui prédomine dans nos n°s 2 et 4, ce sont les opercules de *Bithynia tentaculata*, Stein., (*Paludina impura*, Brard); les Bithynies elles-mêmes sont

(1) Dans sa note du 21 novembre 1859, M. Ch. d'Orbigny écrit : « La zone à coquilles lacustres (de Joinville) n'est point accidentelle, puisqu'elle se présente sur une très-grande étendue, des deux côtés de la Seine, depuis *Bicêtre* jusqu'au delà de Vincennes et de Joinville. Je puis ajouter qu'à Gentilly il existe, *rue du Pont-Neuf*, et à environ 50 mètres au-dessus du niveau de la Seine, une couche lacustre analogue à celle de Joinville, quoique moins riche en coquilles fluviatiles et terrestres. » Cette indication, que nous avons vérifiée après notre excursion seulement, paraît se rapporter aux talus de la rue du Pont-Neuf, aujourd'hui recouverts de terre végétale; la carrière dont nous parlons n'était pas ouverte en 1859.

peu communes. Viennent ensuite les Pisidies (*P. amnicum*, Jennings, et surtout le petit *P. casertanum*, Poli, var. *planulatum*, Baudouin), les Cyclas (*C. cornea*, Lk), le *Vertigo muscorum*, Drap. (*Pupa*, Nilss.), l'*Hydrobia marginata*, des Succinées, des Planorbes, des Valvées (*V. depressa*, etc., Pfeiffer), des *Helix*. L'*Unio* est rare; c'est une variété de l'*U. littoralis*, Cuvier, qu'on trouvait à Joinville, oblongue, obtuse, non arrondie, non aplatie, sans dépression tellinaire.

Deux cents pas plus loin, rue des Barons, existe une carrière de calcaire grossier exploitée depuis longues années. La coupe est la suivante, de bas en haut :

Calcaire grossier moyen.

Calcaire grossier supérieur, à Cérithes.

Caillasses. Alternance de marnes blanches (*tripoli de Nanterre*), de bancs d'argile verte et ocreuse. Vers la partie supérieure, lits de calcaire cristallisé, carié, en plaquettes; un mètre plus haut, banc assez régulier de calcaire *crête de coq* (épigénie de cristaux de gypse en carbonate de chaux), très-dur, se répétant 7 à 8 fois au milieu de ces marnes blanches dites *tripoli*. Les caillasses sont ici fort développées. Elles n'offrent pas à leur base les lits dits *pain d'épice* et *rochette*, riches en fossiles avec test, et bien connus dans les carrières qu'on rencontre à Gentilly en venant de la rue de la Santé et à Vaugirard.

Au milieu de la carrière, les caillasses sont largement ravinées par une poche de diluvium atteignant 10 mètres dans sa plus grande hauteur. La partie inférieure de cette fondrière quaternaire est caillouteuse et contient surtout du calcaire remanié. 50 centimètres plus haut commence une argile ocreuse et verdâtre remplie de petits grains de quartz; les lits les moins riches en quartz sont pétris de Pisidies. Plus haut l'argile, moins impure, contient surtout des petits gastéropodes : *Helix* (plusieurs), *Pupa*, *Succinea*, *Planorbis* (plusieurs), *Physa*, *Valvata*, *Bithinia tentaculata* et spécialement ses opercules, *Zonites cellaria*, Müller, etc.

Ici encore ni diluvium rouge ni lœss. La nature pétrographique de ce diluvium argileux est assez distincte par rapport à l'argile de la rue du Pont-Neuf; les Pisidies, les Cyclades, sont assez rares, sauf à la base. Les petites *Helix* et les *Vertigo* (*Pupa*) dominent. Ils ont souvent encore des traces de couleur et sont beaucoup moins fragiles que rue du Pont-Neuf.

Si, ne se contentant pas des fossiles qu'on trouve au hasard en cassant les mottes de terre, on prend soin de délayer ces mottes dans l'eau, puis de chercher, à la pince en baleine, les

petites coquilles surnageant et surtout celles que dégagent incessamment le moindre filet d'eau, on constate que l'argile de la rue des Barons est à peu près aussi riche que la couche sableuse de Joinville. Ce sont d'ailleurs les espèces vivant encore dans nos environs, les mêmes qu'à la rue du Pont-Neuf et à Joinville.

Le troisième gisement dont je veux parler se trouve à l'est de Paris, sur le coteau de Romainville (Seine), à près de trois lieues de Gentilly. Ici nous sommes assez près de Charonne, une des localités du diluvium gris fossilifère de M. Ch. d'Orbigny, pour qu'on croie de prime-abord avoir affaire à la zone coquillière dont Charonne et Joinville faisaient partie. Mais, d'après nous au moins, il n'en est rien. Le gisement de Romainville ne nous paraît pas appartenir au diluvium gris; ce serait un limon supérieur au diluvium rouge (diluvium des plateaux). A ce prix il est fort intéressant, car on n'a pas encore, que je sache, constaté des coquilles d'eau douce et terrestres dans ces diluviums récents.

Une des carrières les plus connues du géologue, sur le flanc du coteau surmonté par le fort de Romainville, est celle de M. Pintendre, aujourd'hui presque abandonnée comme ces belles carrières de Pantin. Or, cette exploitation correspond à une sorte de petite vallée naturelle ouverte entre le monticule que domine le fort précité et le coteau dit *du Parc*, à cause du parc de M. Képlat qui en occupe une bonne partie. Quand on gravit le versant méridional de la carrière, celui qui entame presque le coteau du parc, quand, pour être plus précis, on quitte la carrière à l'endroit où s'exploitent les masses moyenne et inférieure du gypse pour gagner le petit chemin contournant le coteau du parc et montant de Noisy-le-Sec à la rue de Pantin (Romainville), on trouve, à 30 mètres environ du chemin, au-dessus des marnes supérieures du gypse, un diluvium à petits *Helix*, à *Vertigo muscorum* et à Succinées, qui me paraît fort intéressant. Il est visible dans plusieurs tranchées et fondrières, sur 8 à 10 mètres d'épaisseur. Il est fait de sable marneux, gris, verdâtre ou ocreux; à la base, il passe peu à peu à plusieurs lits de silex pyromaque de la craie, la plupart petits, presque tous anguleux, non roulés. Cette partie inférieure, à part cependant l'argile ferrugineuse qui la colore ordinairement, offre donc assez le caractère assigné empiriquement à notre diluvium rouge; il faut penser d'ailleurs que nous sommes sur le versant d'un coteau, à près de 50 mètres au-dessus de la plaine où passe le chemin de fer de l'Est. On ne saurait songer au diluvium jaunâtre, à graviers granitiques ou en

quartz blanc supérieur au loess des plateaux de Gentilly, Charonne, Trappes, etc.

Quoi qu'il en soit de cette détermination chronologique, ce dépôt diluvien supérieur, qui contient fort rarement des coquilles tertiaires roulées, est extrêmement riche en petits *Helix* et en *Vertigo muscorum*, non fragiles, bien conservés tous. Les Succinées y sont moins communes. On ne saurait dire que ces coquilles proviennent de terre arable, car elles se trouvent dans ce sable grossier à toutes profondeurs; en lavant sous une mince couche d'eau tels morceaux de sable ne paraissant pas fossilifères, on recueille un certain nombre d'*Helix* et de *Vertigo*.

J'ai suivi le même diluvium au-dessus des marnes du gypse jusqu'au fort de Rosny. Là, le long de la route qui descend au village, et au-dessus de la plâtrière de Rosny, j'ai pu recueillir notamment *Helix rotundata*, *H. erictorum*, Muller, *H. costulata*, *Caracolla lapicida*, Lk, sp. (*Helix*).

Séance du 7 mai 1866.

PRÉSIDENCE DE M. ED. LARTET.

M. Alf. Caillaux, 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. DE VAUJOLY (Pierre), propriétaire à Moulins (Allier), présenté par MM. Hébert et Cotteau.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, avril 1866; in-4.

De la part de M. Delesse :

1° *Carte agronomique des environs de Paris*, 2 feuilles grand aigle; Paris,...; imprimerie chromolithographique de Lemercier.

2° *Carte agronomique des environs de Paris* (extr. du *Bull. de la Soc. I. et centr. d'agric.*, année 1862); in-8, 44 p.

3° *Recherches sur le granite*, in-4, 34 p.; Paris, 1866; Imprimerie impériale.

De la part de M. Göppert :

1° *Ueber Aphylostachis*, in-4, 16 p., 2 pl., Dresden, 1864; chez E. Blochmann et fils.

2° *Beiträge zur Bernsteinflora*, in-8, 7 p. 4 pl.; 1864.

3° *Über die Tertiär Flora von Java*, in-8, 10 p.; 1864.

4° *Beiträge zur Kenntniss fossilen Cycaden*, in-8, 7 p., 1 pl.; 1865.

De la part de M. John Jones, *List of Land, Fluvial and Lacustrine shells found in and near the County of Gloucester*, in-8, 40 p., Londres, 1853; chez Van Voorst.

De la part de M. Ed. Lartet, *Reliquiæ aquitanicæ*, 2^e livr., mars 1866; Paris, 1866; chez J. B. Baillièrre et fils; in-4.

De la part de M. F. Parlatore, *Le Specie dei cotoni*, in-4, 64 p., 6 pl., Florence, 1866; Imprimerie royale.

De la part de MM. Appolt frères, *Carbonisation de la houille*, in-8, 34 p., 2 pl.; Paris, 1858; chez Dalmont et Dunod.

De la part de M. F. de Hauer, *Die vulcanischen Erscheinungen in Santorin* (extr. de *Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanst.*, 1866, 4^{er} cahier), in 4, 20 p.

De la part de M. G. C. Laube, *Die Bivalven des braunen Jura von Balin mit Berücksichtigung ihrer geognostischen Verbreitung in Frankreich, England, Schwaben und anderen Ländern*, in-8, 8 p.; Vienne, 1866.

De la part de M. Eug. Robert, *Des instruments dont les Celtes devaient faire usage pour réduire les céréales en farine*, in-8, 4 p.;.....

De la part de M. J. W. Salter :

1° *On the discovery of Paradoxides in Britain*, in-8, 4 p.; Londres, 1863.

2° *On some additional fossils from the Lingula-flags*, in-8, 7 p.; Londres, 1865.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Acad. des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, nos 17 et 18; in-8.

L'Institut, nos 4686 et 4687; 1866; in-4.

Réforme agricole, avril 1866 ; in-4.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., févr. et mars 1866 ; in-8.

The Athenæum, n° 2010 ; 1866 ; in-4.

Journal of the royal geological Society of Ireland, vol. I, part. I, 1864-1865, First session ; in-8.

Monatsbericht der K. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, janvier 1866 ; in-8.

Nova acta Academiæ C. L. C. germanicæ naturæ curiosorum, vol. XXXII, p. 1 ; Dresde, 1865 ; in-4.

Erster Jahresbericht des naturw. Vereines zu Bremen, nov. 1864 à mars 1866 ; in-8.

Revista minera, 1^{er} mai 1866 ; in-8.

M. Ed. Lartet présente une livraison des *Reliquiæ aquitanicæ* publiées par lui et M. Christy (voy. la *Liste des dons*).

M. le Président communique à la Société la décision suivante, relative aux errata que le Conseil a adoptée dans sa séance du 23 avril dernier :

« Sur la proposition du Secrétaire, le Conseil décide qu'à l'avenir on insérera en tête de chacune des livraisons du *Bulletin* un carton sur lequel seront indiqués les errata signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes.

» La publication partielle de ces errata n'en empêchera pas la publication générale ordinaire à la fin du volume. »

M. le Président annonce à la Société que la Réunion extraordinaire annuelle aura lieu à Bayonne (Basses-Pyrénées), le 7 octobre prochain et jours suivants.

Il annonce en outre que la Réunion de la Société helvétique des sciences naturelles aura lieu à Neuchâtel (Suisse), le 21 août et jours suivants.

M. Viquesnel communique l'extrait suivant d'une lettre de M. Boué :

Extrait d'une lettre adressée à M. Viquesnel, le 4 mai 1866 ; par M. A. Boué.

Suess a lu dernièrement un mémoire fort intéressant, dans lequel il démontre qu'on peut voir un rivage miocène ? depuis

Mayence, non pas seulement jusqu'en Suisse et en Bavière, mais jusqu'en Autriche, Hongrie, Serbie, Valachie, Bessarabie et Russie méridionale.

L'ouvrage du docteur Peters sur son voyage en Turquie paraîtra cet automne; diverses circonstances empêchent l'auteur de retourner cette année dans ce pays.

Le docteur Molin va donner des monographies de genres de poissons fossiles de Bolca.

Capellini se propose de traverser l'Adriatique pour voir le dépôt de poissons vis-à-vis de Croja (Albadie), dans les collines maritimes que vous connaissez.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Ébray, relative à une note de M. Locard :

Tarare, 4 mai 1866.

Si on lit ma note sur le mont d'Or (Réunion extraordinaire de la Société géologique, à Lyon, 1859), on y verra que le banc de calcaire rose a été signalé par moi dans la Nièvre et dans le Lyonnais. J'ai donné les raisons qui permettent de l'assimiler au muschelkalk. M. Locard y a rencontré des fossiles; c'est bien; mais je fais remarquer qu'il importe de ne pas en rester là, et il serait à désirer qu'il déterminât ces restes de mollusques et de poissons en les mettant en parallèle avec ceux du muschelkalk.

Ceci fait, il aura confirmé, par la paléontologie, ce que j'ai établi par la stratigraphie.

M. Locard répond qu'il n'ignore pas l'assimilation faite par M. Ébray des bancs du calcaire rose du mont d'Or Lyonnais avec le muschelkalk de la Nièvre; son but dans sa note n'a été que de signaler la présence de *deux couches* renfermant des débris ossifères ou bone-beds à deux niveaux bien distincts, en concluant que les caractères de la couche correspondant au bone-bed des auteurs anglais présentait une affinité toute particulière pour le trias, et que, quant à ce qui concerne la question de priorité d'étude relative à la stratigraphie de la couche à ossements la plus inférieure, il n'hésite pas à la rapporter tout entière à M. Ébray.

M. Locard reconnaît en outre que M. Ébray avait, il y a

déjà quelques années (1861), trouvé des écailles et des dents depuis la Nièvre et le Rhône jusque dans le département du Lot au-dessus des grès infra-liasiques, et que ce géologue avait aussi proposé le nom d'*étage transitoire* pour la partie inférieure de l'infra-lias que M. Levallois proposa plus tard d'appeler *couche de jonction*.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Leymerie :

Vous pouvez annoncer à la Société la création d'un type tout nouveau pour le midi de la France, où il est très-développé, et pour le sol français en général, type qui serait parallèle à la craie danienne. J'avais annoncé que le terrain que j'ai appelé garumnien devait être contemporain du groupe d'Alet, que M. d'Archiac avait considéré comme formant la base du terrain éocène de l'Aude. Dernièrement, ayant suivi les couches garumniennes dans l'Ariège et de là dans les Corbières, j'ai reconnu matériellement que le groupe d'Alet de M. d'Archiac offrait deux étages, l'un et l'autre créacés ; le premier, qui consiste en argiles rouges et calcaire compacte sub-lithographique, avec poudingue et brèches subordonnées (très-analogues à la brèche du Tholonet de la Provence), est bien sur l'horizon garumnien, tandis que le second, le grès d'Alet, qui est inférieur au précédent, n'est que le prolongement du grès à lignites de l'Ariège, qui lui-même n'est qu'un faciès du calcaire nankin à Orbitolites et à *Hemipneustes radiatus* d'Ausseing, et représente, par conséquent, la craie de Maëstricht. S'il en est ainsi pour le groupe d'Alet des Corbières, il faudra admettre que le calcaire à Physes et ses argiles rouges vers la base de la montagne Noire, qui, d'après M. d'Archiac, doivent être rapportés à la partie supérieure de ce groupe, sont encore garumniens. Nous avons quelque raison de penser qu'il en est de même pour le calcaire compacte où se trouvent les cavernes à ossements de Bize.

D'un autre côté, M. Matheron, qui, par parenthèse, éprouvait beaucoup d'embarras lorsqu'il cherchait, dans la formation tertiaire, des représentants du terrain à lignites de Fuveau et du terrain rouge qui lui est supérieur, ayant réussi à établir le synchronisme de ce système, d'une part avec les couches rouges et calcaires de la vallée de Vallemagne (Hérault), et, d'autre part, avec les argiles de même couleur qui constituent la partie supé-

rière du groupe d'Alet, il en résulte que toutes ces assises rouges de l'Ariège, de l'Hérault et de la Provence ne sont que des lambeaux d'un seul et même système qui se trouve sur l'horizon du garummién. Or, ce dernier est évidemment crétacé, puisqu'il est recouvert, dans la Haute-Garonne, par la colomie à *Micraster Matheroni*, *Ananchytes ovata*, *Hemiaster nasutulus*, *Cyphosoma magnificum*, etc. De plus, il se trouve au niveau de la craie daniennienne, puisqu'il est supérieur à la craie de Maëstricht; donc ce système est daniennien. Je ferai remarquer que cette détermination du système dont il s'agit lève une foule de difficultés de la géologie du Languedoc et de la Provence, et qu'il cadre parfaitement avec l'idée de M. Matheron, que le terrain à lignites de Fuveau est un représentant lacustre de la craie proprement dite.

Ce système ou type, dont la couleur rouge est si constante, pourrait prendre le nom de *rubien*, celui de garummién étant alors réservé pour le faciès si curieux et tout particulier qu'il revêt dans la Haute-Garonne.

Je ne crains pas de saisir dès à présent la Société de ces vues. On trouvera sans doute que je les ai exprimées en termes trop affirmatifs. J'y ai été obligé aujourd'hui par la nécessité d'être bref, mais j'ai en mains les preuves de ce que j'avance, et je les donnerai un peu plus tard.

M. Damour fait la communication suivante :

Note sur une hache en pierre de l'île d'Oualan (Océanie);
par M. Damour.

J'ai l'honneur de présenter à la Société un échantillon de hache taillée et polie, montrant un tranchant oblique, et qui provient de l'île d'Oualan, archipel des Carolines (Océanie).

Cette matière est d'un blanc mat ayant l'aspect de l'ivoire; sa dureté est égale à celle de l'aragonite; sa densité = 2,862. Sa surface, sillonnée et piquetée en divers sens par des vers ou mollusques marins, indique qu'elle a dû séjourner dans la mer.

Elle se dissout dans l'acide chlorhydrique avec effervescence, et ne laisse qu'un très-faible résidu de matière organique. Lorsqu'on la chauffe au rouge sombre, elle laisse dégager une petite quantité d'eau. Calcinée au rouge blanc, elle se convertit en chaux caustique.

Je l'ai trouvée composée des éléments suivants :

Carbonate de chaux.	0,9748
Carbonate de soude.	0,0084
Carbonate de magnésie.	0,0033
Eau.	0,0126
Matière combustible.	0,0005
	<hr/>
	0,9996

Par ses caractères et sa composition, cette matière se rapporte à l'aragonite, et il est fort à croire qu'elle provient de débris de quelque grosse coquille (1). Notre savant confrère, M. Léon Vaillant, qui a bien voulu étudier sa structure à l'aide du microscope, présume qu'elle a été tirée d'une des valves du *Tridacne géant*, qui se trouve assez abondamment répandu dans la mer des Indes.

Cette hache en pierre est enchâssée dans une pièce de bois léger se rattachant elle-même, à l'aide de ficelles en écorce d'arbre, à un long manche curviligne semblable à celui d'une houe, en usage chez nos cultivateurs. Il est très-probable que cet instrument en pierre n'était pas une arme de guerre pour les habitants de l'île d'Oualan, connus d'ailleurs par leurs mœurs pacifiques, mais qu'il leur servait, soit à remuer la terre, soit à travailler le bois ou à tout autre usage domestique.

M. Marcou fait les communications suivantes :

La faune primordiale dans le pays de Galles et la géologie californienne; par M. Jules Marcou.

M. Marcou présente deux mémoires imprimés, de M. J. W. Salter, sur la faune primordiale que ce savant a trouvée dans le pays de Galles. Il met en même temps sous les yeux de la Société un moule en plâtre et un échantillon en nature du *Paradoxides Davidis* que lui a envoyés M. Salter. Ce trilobite, qui a été trouvé près de Saint-David, dans le Pembrokeshire, au sud-ouest du pays de Galles, présente de grands rapports dans ses formes avec

(1) M. G. Rose, dans un beau travail sur la matière qui compose le test des animaux marins, a démontré que la nacre de perle et un grand nombre de coquilles sont formées d'aragonite.

les *P. Harlani* des environs de Boston et *P. Bennettii*, de la baie Sainte-Marie à Terre-Neuve. M. Marcou montre des échantillons de ces fossiles rares, ainsi que des *Paradoxides* de Georgie, près du lac Champlain et de la Bohême. Il pense que tous ces *Paradoxides* n'appartiennent pas à un seul horizon géognostique, mais qu'ils sont disséminés et distribués dans le terrain taconique, comme les *Ceratites* sont distribués à différents niveaux dans le terrain secondaire. Ainsi, dit-il, les *Paradoxides Harlani* et *P. Bennettii* sont plus anciens que les *P. Davidis*, *P. Thompsoni* et *P. bohemicus*.

Voici, d'après M. Salter, comment les terrains de transition de l'Angleterre peuvent se diviser :

Terrain silurien	supérieur.	Groupe de Ludlow.
		Groupe de Wenlock.
	inférieur.	Grès de May Hill.
		Groupe de Landoverly,
Groupe de Caradoc,		
Terrain cambrien	supérieur.	Groupe de Llandeilo.
		Schistes d'Arenig ou Shiddaw.
	inférieur.	Tremadoc supérieur.
		Tremadoc inférieur.
		<i>Lingula flags</i> supérieur, ou groupe de Ffestinoig.
inférieur.	<i>Lingula flags</i> inférieur, ou groupe Mœne- vian (<i>Paradoxides Davidis</i>).	
	Groupe d'Harlech.	
		Groupe de Longmynd.

Quoique la découverte de M. Salter du *P. Davidis* n'ait été faite qu'en 1862, il a déjà pu recueillir 33 espèces primordiales dans ce groupe Mœnevien ; et, si l'on considère le peu d'étendue des surfaces de pays occupés par le terrain cambrien, en Angleterre, qui n'est elle-même qu'une très-petite île, on est étonné du nombre d'êtres primordiaux trouvés en si peu de temps.

M. Marcou appelle ensuite l'attention de la Société sur la géologie de la Californie ; il montre deux volumes qui viennent d'être publiés par le *Geological Survey* (Relevé géologique) de ce pays lointain. Le premier volume ne contient que de la paléontologie des terrains carbonifère et secondaire ; le second est consacré à l'histoire des progrès des relevés géologiques californiens, et est présenté comme une espèce de *synopsis* des travaux faits sur le terrain.

Les premières recherches géologiques sur la Californie ont été

faites par le gouvernement fédéral des États-Unis, qui, en 1849, 1853 et 1854, a envoyé successivement MM. Tyson, Marcou, Blake, Newberry et Antissell. Les travaux de ces savants ont été publiés officiellement à Washington, et de plus M. Marcou les a résumés dans les diverses éditions de ses cartes géologiques de l'Amérique du Nord et de la Terre. L'État de Californie lui-même n'est pas resté longtemps sans suivre l'exemple et l'impulsion du gouvernement américain, et sur la proposition d'un géologue, feu A. Randall, tombé, la dernière victime, sous le plomb assassin de cette bande de brigands dont la ville de San-Francisco n'a été purgée que par la loi de Lynch, appliquée par le célèbre comité de vigilance, la législature californienne ordonnait, dès le mois d'avril 1851, des études géologiques aux frais de l'État. Ce fut le docteur John B. Trask qui en fut chargé, et ce savant publia en 1854 et 1855 deux rapports sur la géologie d'une grande partie de la Californie. Le docteur Trask est le premier qui ait découvert, d'abord, le calcaire carbonifère, dans la vallée supérieure du rio Sacramento, puis qui ait décrit la première Ammonite et le premier Baculite trouvés à Chico-Creek, dans le comté des Buttes, par mon ami feu Randall.

En 1859, la législature de la Californie fit une loi ordonnant le relevé géologique complet, y compris toute l'histoire naturelle et la géographie physique de l'État, sous la direction du célèbre professeur Louis Agassiz. Notre savant ami ayant décliné cette nomination, ce fut M. J. D. Whitney, qui, sur la recommandation de M. Agassiz et de quelques autres savants, obtint d'être nommé géologue officiel de l'État californien, pour une période de quatre années, par une loi du mois d'avril 1860.

M. Marcou dit qu'il entre dans ces détails parce que les volumes publiés par M. Whitney n'en parlent pas et passent à peu près sous silence tous les travaux exécutés antérieurement à 1860.

Les deux volumes publiés par M. Whitney et ses collaborateurs, et qui ont coûté près de 400 000 francs à la Californie, ne renferment aucune espèce de cartes géologiques, topographiques, ou même géographiques; de sorte que ces volumes sont très-difficiles à lire pour ceux qui connaissent le pays, et incompréhensibles pour ceux qui n'ont pas visité le nouvel El Dorado. C'est regrettable, car ils renferment des faits importants pour la géologie et la paléontologie des régions du Pacifique.

Ces faits, M. Marcou les expose de la manière suivante. Dans son exploration du printemps de 1854, M. Marcou a traversé la Californie, du Cajon-Pass à San Pedro, dans le comté de Los

Angeles, et de San Francisco à Nevada-city, dans les mines du Nord. Dans ces trajets, M. Marcou n'a vu que des roches cristallines et des roches tertiaires et quaternaires. Dans les collections de l'Académie des sciences naturelles de Californie, qui lui ont été montrées en détail par feu Randall, il n'a vu que des fossiles tertiaires, surtout de l'époque miocène. Mais, depuis lors, des découvertes de fossiles d'autres formations ont été faites sur plusieurs points du pays, localités qui d'ailleurs se trouvent toutes dans des régions autres que celles traversées par M. Marcou. En Californie, les populations sont très-instruites; il y a un grand nombre d'excellents ingénieurs des mines et mineurs, disséminés dans toute la contrée, et, comme on y a exécuté pour l'exploitation des mines et leur recherche des travaux d'art sur une échelle vraiment colossale, et dont aucune contrée d'Europe ne donne une idée, même le Cornouaille, New-Castle ou la Saxe, il est arrivé que beaucoup d'habitants ont recueilli et surtout conservé des fossiles, et qu'ils les ont remis entre les mains de M. Whitney et de ses collaborateurs du relevé géologique. Ce sont surtout ces fossiles qui constituent la partie intéressante et neuve des deux volumes du *Geological Survey* de la Californie.

Dans l'intérieur des chaînes de la Sierra-Nevada, on trouve enclouonnée, dans les roches granitiques ou trappéennes, des bandes plus ou moins larges de schistes noirs, gris, verdâtres, ardoisiers, et aussi des grès rouges et des calcaires plus ou moins cristallins. Une bande de ces schistes se rencontre dans le comté de Mariposa, et traverse les comtés de Tuolumne, de Calaveras et d'El Dorado, pour venir aboutir à une des branches de la rivière Américaine. Sur le domaine même de la Mariposa (Mariposa Estate), M. King et Miss Errington ont recueilli, dans les schistes, près du village de la vallée de l'Ours, les fossiles suivants: *Amussium aurarium*, *Aucella Erringtoni*, *Pholadomya? orbiculata* et *Belemnites pacificus*. M. Meek, de Washington, qui a déterminé et décrit ces fossiles à la fin du volume de géologie, les regarde comme indiquant l'époque jurassique. L'*Amussium* est un sous-genre des *Pecten* qui ne peut pas être employé avec quelque degré de certitude pour déterminer l'âge d'un terrain. Le genre *Aucella* se rencontre dans le dyas de la Saxe, et n'est pas, comme M. Meek le pense, entièrement renfermé dans les strates jurassiques de l'Europe. La *Pholadomye* n'en est pas une; ce fossile appartient à un autre genre. Quant à la *Belemnites pacificus*, qui est le seul des fossiles ayant une certaine valeur pour soutenir la détermination de l'âge jurassique de ces schistes aurifères de la

Mariposa, M. Meek a le soin de déclarer qu'il n'a vu aucun échantillon de ce fossile, que M. Gabb, qui l'a nommé et décrit dans les *Proceedings* de l'Académie des sciences naturelles de Californie, ne l'a pas figuré, et que tous les spécimens trouvés sont très-défectueux et dans des états de conservation si mauvais qu'on ne peut pas en donner de dessins. Ce fossile, d'après M. Gabb, est long, grêle, avec une alvéole profonde et étroite; il n'y aurait rien d'impossible à ce que ce corps organisé fossile ne fût pas une Bélemnite, mais qu'il fût un *Orthoceras*. D'ailleurs, on sait que M. de Hauer a signalé une Bélemnite ou un corps organisé fossile voisin des Bélemnites, à peu près dans les mêmes conditions de fossilisation, à Halstatt, dans le trias alpin.

M. Marcou pense que ces fossiles de la Mariposa indiquent plutôt l'époque du nouveau grès rouge que l'époque jurassique pour l'âge de ces schistes renfermant les filons de quartz aurifère, et cela avec d'autant plus de raison, ajoute-t-il, que les fossiles trouvés ne présentent aucune espèce identique ou même voisine avec les fossiles jurassiques trouvés plus au nord dans la Californie, dans la vallée de Genessee; près du Grand Lac Salé, à la rivière Duchesne, aux montagnes de Big-Horn et des Black-Hills sur le haut Missouri, et au Pyramid-Mount et à Covero dans le Nouveau-Mexique. Enfin il fait remarquer qu'un *Goniatite* a été trouvé aussi dans ces schistes à peu de distance de la Mariposa, sur les bords de la rivière Stanislas. Mais M. Marcou attire principalement l'attention de la Société sur la divergence d'opinion émise par le *Relevé géologique de Californie* avec celle que notre confrère M. Louis Simonin a consignée dans une lettre adressée à M. Élie de Beaumont, et qui a paru dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 20 février 1860, t. L, p. 389, où il dit avoir trouvé dans ces mêmes schistes ardoisiers aurifères du domaine de la Mariposa des trilobites très-nets et très-distincts, et des formes moins bien conservées ressemblant à des empreintes de poissons. M. Simonin a placé ses échantillons dans le Musée d'histoire naturelle de l'université de Santiago, au Chili, où l'on pourra toujours les consulter. S'appuyant aussi sur la coupe du grand Cañon du rio Colorado, donnée par le docteur Newberry et sur ses propres observations, M. Marcou pense que cette bande de schistes ardoisiers du domaine de la Mariposa, qui s'élève jusqu'à la branche nord de la rivière Américaine, contient des roches de deux âges, les unes de la formation dévonienne ou taconique, et les autres de l'époque du nouveau grès rouge (dyas et trias), et que ce sont surtout les roches triasiques qui paraissent dominer et

qui contiennent les filons de quartz aurifères et les amas de minéral de cuivre des environs de Copperopolis, dans le comté de Calaveras. Là, comme au lac Supérieur, comme dans le New-Jersey, comme dans la Nouvelle-Écosse, comme dans la Saxe, comme en Russie, il y a eu de grands dépôts cuivreux, venus des profondeurs, qui se sont intercalés comme amas, lentilles ou filons, dans les assises du nouveau grès rouge.

Plus au nord, dans le comté de Plumas, en suivant la vallée du ruisseau de Genessee, un des affluents du Spanish creek, M. King a trouvé deux formations fossilifères. La première est composée de schistes calcaires qui renferment les fossiles suivants : *Ammonites Ramsaueri*, *Halobia dubia*, *Monotis subcircularis*, *Avicula*, etc.; la seconde présente dans un grès très-fin, dur, de couleur rouge, des fossiles qui ont été rapportés aux espèces suivantes : *Rhynchonella gnathophora*, voisine de la *R. lacunosa*, une *Terebratula* voisine de la *T. perovalis*, une *Gryphæa*, trois Limes, un *Pecten*, deux *Inoceramus*, la *Trigonia pendicosta*, *Mytilus multistriatus*, *Astarte*, *Pleuromya*, et une Bélemnite. Les schistes calcaires à *Ammonites* globuleuses, à *Halobia* et *Monotis*, sont évidemment de l'âge du trias alpin de Halstatt. Une année auparavant, MM. Homfray et G. Blake, du district argentifère de Washoë, avaient trouvé dans le comté de Humboldt, État de Nevada, par le 40^e degré de latitude et les 118^e et 117^e degrés de longitude à l'ouest du méridien de Greenwich, plusieurs bandes de calcaires métamorphiques, renfermant de nombreux fossiles triasiques, d'espèces voisines ou même identiques avec celles si connues du Salzkamerguth de l'Autriche; ces fossiles de la région minière de Humboldt sont : *Orthoceras*, *Nautilus*, *Ceratites Haidingerii*, *Ammonites Blakei*, *A. ausseanus*, *A. Homfrayi*, *A. Ramsaueri*? *Halobia*, *Monotis*, etc. Ce trias alpin que nous ont si bien fait connaître MM. de Hauer, Hörnes, Suess, Reuss, et qui paraît être dans le vieux monde une espèce d'exception unique de la forme ordinaire des dépôts triasiques, semble au contraire être l'aspect normal sous lequel le trias se présente dans les terres émergées baignées par le Grand Océan. Ainsi, on vient de trouver dans ces dernières années des *Ammonites* globuleuses (*globosi*) associées avec des *Halobia* et des *Monotis*, dans la Nouvelle-Calédonie, à la Nouvelle-Zélande, à Timor, et dans les célèbres passages de l'Himalaya connus sous les noms de cols de Niti et de Spiti.

Quant aux grès rouges fossilifères de Mormon-station, dans la vallée de Genessee en Californie, il est évident, d'après la liste de fossiles qu'en a donnée M. Meek, que ces grès représentent la for-

mation jurassique en Californie, formation jurassique ayant beaucoup de rapport avec celle que M. Marcou a reconnue en 1853 aux environs du village de Covero, sur la route d'Albuquerque à Zuni, dans le Nouveau-Mexique.

D'après le *Geological Survey* de Californie, la formation crétacée serait très-développée le long des Coasts-Ranges, depuis le fort Téton et la cañada de las Uvas jusqu'au cap Mendocino ; il l'indique même aux environs de San Diego, puis aux pieds de la sierra Nevada, à partir de Folsom sur le côté sud de la rivière Américaine, et surtout entre les rivières à la Plume et Pitt sur le haut Sacramento. Enfin les *Relevés géologiques* le signalent à l'ouest de Shasta city, et à l'est de la ville d'Yreka, dans le comté de Siskiyou, sur les bords de la rivière Klamath, entre la Californie et l'Orégon.

Cette formation est divisée en deux parties, l'inférieure, qui contient 152 espèces, et la supérieure 114 espèces, dont 6 sont communes aux deux divisions, en tout 260 fossiles, plus 30 espèces indéterminées, et 50 nouvelles espèces ajoutées depuis la publication du volume de *Paléontologie*. Enfin il y aurait à ajouter un certain nombre de plantes fossiles, trouvées dans la région des couches de houille du groupe du Monte Diablo.

Les fossiles trouvés dans cette formation, que M. Gabb regarde comme représentant le terrain crétacé supérieur de l'Europe, offrent un mélange assez insolite de formes organiques qui, en Europe, se trouvent répandues depuis l'oxfordien jusqu'à l'éocène. Ainsi il y a une Bélemnite de forme jurassique et qui rappelle les espèces cannelées de l'oxfordien, puis des Ammonites crétacées, des Hamites, Héliocéras, Ptychocéras, Baculites, un Criocéras néocomien, enfin une grande quantité de gastéropodes et d'acéphales dont beaucoup de genres ne sont connus que dans les terrains éocènes de l'Europe. Il y a une absence presque complète d'échinodermes, puisque jusqu'à présent ils n'ont trouvé qu'un seul échantillon, mal conservé et non décrit.

Sans vouloir contester la détermination de l'âge crétacé de cette grande formation de grès et d'argiles californiens, M. Marcou tient cependant à présenter les observations suivantes : Le passage de ces roches à celles du terrain tertiaire, surtout au Monte Diablo et à Livermore Pass, se fait d'une manière insensible, et l'on ne peut pas donner de ligne de démarcation tranchée. Puis on n'a pas encore trouvé en Californie le terrain éocène ; il y a bien quelques couches de grès et de poudingues sans fossiles, ou avec des fossiles très-mal conservés et indétermi-

nables, qui pourraient à la rigueur en tenir lieu ; mais, dans tous les cas, il n'y a pas encore de faune éocène bien constatée en Californie, à l'exception d'un grand nombre de gastéropodes et d'acéphales que M. Conrad a décrits comme tertiaires et que M. Gabb place dans le terrain crétacé.

D'après M. Gabb, toutes les espèces crétacées de Californie, à l'exception d'une espèce douteuse, sont spéciales à ce pays, et ne se trouvent, ni sur le haut Missouri, ni au Texas, ni dans les États de l'Atlantique où le terrain crétacé est si bien développé et se relie par des espèces identiques avec le crétacé de la France et de l'Angleterre. Il y a cependant une espèce qui pourrait relier ce terrain crétacé de Californie avec celui du Texas ; malheureusement l'échantillon trouvé en Californie est en trop mauvais état pour une identification complète ; cependant il donne un indice qui doit avoir une certaine valeur ; c'est un fragment d'Ammonite, trouvée aux sources Tuscan, dans le comté de Tehama, et que M. Gabb rapproche avec doute de l'*A. peruvianus*, de Buch, trouvée par Humboldt à Montan, dans la Cordillère du Pérou, et que j'ai retrouvée aussi au Texas dans le terrain crétacé. Si les roches regardés à présent comme crétacées en Californie sont reconnues plus tard être de l'époque éocène, comme l'ont cru dans le principe Randall et Trask, on aurait là dans le tertiaire des représentants de familles de mollusques céphalopodes tels que Bélemnites, Ammonites, etc., qui en Europe ont été totalement éteints avec la fin du terrain secondaire.

Les terrains tertiaires et quaternaires ne sont guère qu'indiqués dans les deux volumes du *Relevé géologique californien* ; ils doivent être décrits en détail dans des volumes subséquents. Cependant M. Whitney signale des terrains d'eau douce dans les comtés de Tuolumne et de Calaveras, assez haut dans la sierra Nevada, et qui sont recouverts par des basaltes et des trachytes s'étendant comme des tables ou nappes presque horizontales. Dans ces roches tertiaires on a trouvé un grand nombre d'animaux vertébrés, tels que *Rhinoceros hesperius*, *Megalomerix*, un Hippopotame, un Cheval, etc., qui rappellent beaucoup la faune si belle, et si bien décrite par le docteur Leidy, des Mauvaises-Terres et du Niobrara dans le territoire de Dakota, sur le haut Missouri.

Pour terminer, M. Marcou dit que les roches volcaniques occupent en Californie, tant dans la sierra Nevada que dans les Coasts-Ranges, au nord de San Francisco, des surfaces beaucoup plus considérables qu'il ne l'avait indiqué, faute d'observations, dans son premier essai de *Carte géologique de la Californie*.

M. N. de Mercey, vice-secrétaire, donne lecture de la note suivante de M. Coquand :

Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure; par M. H. Coquand.

A l'occasion d'un grand travail dont nous préparons les matériaux depuis plusieurs années, et qui a pour objet la monographie des Huîtres de la craie, nous avons dû soumettre à une critique sévère la valeur des étages que divers auteurs ont établis dans la formation crétacée. Nous avons l'honneur de soumettre au jugement de la Société le résultat de nos recherches relativement aux divisions que nous admettons dans la *craie inférieure*. Nous avons lieu de penser qu'en présence des dissentiments manifestés par des savants du premier mérite sur une question qui n'a pas encore reçu sa solution définitive, elle accueillera avec quelque faveur les observations suivantes.

On sait que M. Pictet (1) admet, pour la craie inférieure d'une partie de la Suisse et notamment pour celle du canton de Neuchâtel, les divisions exprimées dans ce tableau :

ÉTAGE NÉOCOMIEN.	APTIEN. . .	{	Grès dur (aptien supérieur).	
			Marnes aptiennes (aptien inférieur, étage rhodanien de Rennevier, couche rouge de Wassy de Cornuel).	
	URGONIEN.	{	Calcaire à Caprotines (Rudistes, kalk de Studer, calcaire urgouien, calcaire à Pterocères de la Perte-du-Rhône).	
			Calcaire jaune du néocomien moyen (pierre jaune de Neuchâtel).	
	NÉOCOMIEN. MOYEN.	{	Marnes grises et bleues (marnes d'Hauterive).	
Marnes à bryozoaires.				
NÉOCOMIEN INFÉRIEUR.	{	Calcaire roux.	Ces deux étages correspondent à l'étage valenginien de Desor.	
		Marnes inférieures.		

A part l'étage valenginien, qui a été méconnu par Alc. d'Orbigny, cette classification reproduit à peu près exactement celle de l'auteur de la *Paléontologie française*.

Dans le golfe parisien, les dépôts ne se seraient pas effectués dans les mêmes conditions que dans celui du bassin de la Méditerranée. M. Cornuel, connu par les excellents travaux qu'il a publiés sur la formation crétacée de la Haute-Marne, a montré que, dans cette région de la France, les sédiments d'origine marine avaient alterné à plusieurs reprises avec des sédiments d'origine lacustre. Les divisions qu'il admet pour le terrain néocomien

(1) Pictet et Campiche, *Description du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix*, 1858.

sont les suivantes, et nous plaçons en regard les termes équivalents de la Suisse et de la Provence (1) :

Étage aptien avec la couche n° 12 à sa base.							
SOUS-ÉTAGE néocomien supérieur.	Assise supérieure.	{ 11. Fer oolithique. 10. Sable et grès ferrugineux supérieurs. 9. Argile rose, marbrée 8. Grès et sable piqueté. 7. Argile ostréenne.	Ce sous-étage, qui est d'origine lacustre jusqu'au n° 7 exclus, correspond à l'étage urgonien, à l'étage barrémien, au néocomien inférieur à faciès alpin et provençal.				
				SOUS-ÉTAGE néocomien inférieur.	Assise supérieure.	{ 6. Marne argileuse jaune. 5. Calcaires à <i>Spatangus</i> et marnes calcaires blanches. 4. Sable blanc. 3. Sable et grès ferrugineux inférieurs.	Marnes d'Hauterive.

Le calcaire à *Spatangus* (n° 5), dévoilant un horizon bien connu, établit, entre les assises qui lui sont superposées et celles qui lui sont inférieures, une ligne précieuse de démarcation qui ne permet de voir, au-dessous, que l'équivalent valenginien marin de la Suisse et de la Provence, et au-dessus, que l'équivalent des calcaires à *Chama ammonia*, et des couches à céphalopodes à tours déroulés de Barrême, ces dernières, ainsi que nous le verrons bientôt, n'étant autre chose que le néocomien inférieur à faciès provençal de M. Lory ou le néocomien à faciès alpin de MM. Pictet et Reynès. Cette équivalence ne saurait être contestée qu'à la condition de démontrer que la série est incomplète dans la Haute-Marne, opinion que repousse l'ensemble des faits observés jusqu'ici, car il s'agirait encore de savoir à quelle portion du terrain néocomien normal correspondent les sables et les grès placés entre les bancs à *Spatangus* (marnes d'Hauterive) et les marnes à *Plicatules* (aptien supérieur) : or, comme entre ces deux niveaux il n'existe, dans le Jura ainsi que dans les Alpes dauphinoises et provençales, que les calcaires de Barrême ou les calcaires à *Chama ammonia*, c'est avec l'un de ces deux termes, s'ils sont superposés, ou avec les deux à la fois, s'ils sont synchroniques, qu'il convient d'établir ce rapprochement.

(1) Cornuel, *Sur la limite des deux étages du grès vert inférieur dans le bassin parisien et sur les rapports de son étage néocomien avec celui du bassin méditerranéen* (Bull. Soc. géol. de France, t. XX, p. 575).

M. Cornuel place à la base de son sous-étage néocomien supérieur l'argile ostréenne qui se pose dans le bassin parisien en un point de repère remarquable. Nous ferons remarquer, en passant, que l'*Ostrea Leymerii*, qui personnifie, s'il est permis de se servir de ce mot, les argiles ostréennes, a sa principale station en Algérie et en Espagne, au milieu même des calcaires à *Chama Lonsdalii*, au-dessous des marnes aptiennes proprement dites à *Plicatula placunea*; que la *Chama Lonsdalii* est spéciale à l'aptien de l'Angleterre; que si, en Provence, elle est plus abondamment répandue dans le calcaire à *Chama*, elle se montre aussi en Espagne, en Algérie et dans la Provence même, à la Bedoule et à la Sainte-Baume, dans les marnes à *Ancylloceras Matheronianum* et *Ammonites Martinii*; enfin, que l'*Heteraster oblongus*, sur la signification duquel on s'est appuyé pour assigner aux couches qui contiennent cet échinoderme une date néocomienne, est indifféremment répandu dans les contrées déjà citées, dans les calcaires à *Chama* et dans les marnes à Plicatules. On n'est donc pas en droit de tirer un argument exclusif de la présence des *Ostrea Leymerii*, *Chama Lonsdalii* et *Heteraster oblongus*, et affirmer, par exemple, que les bancs dans lesquels on les rencontre ne peuvent pas être d'origine aptienne.

M. Cornuel, au surplus, fait remarquer, et avec raison, que l'*H. oblongus* est indiqué par M. Renevier dans son étage rhodanien de la Perte-du-Rhône, étage qui est supérieur au calcaire à Caprotines et forme la base de l'étage aptien, et que c'est aussi à la base de ce même étage aptien, dans la couche rouge n° 12, qu'il se trouve dans la Haute-Marne. Il en est de même du *Nautilus plicatus*, qui existe à la fois dans l'argile ostréenne et dans l'argile rouge n° 12. Si l'on ajoute à ces fossiles les *Trigonia ornata*, *Pinna Robinaldina* et *Ostrea Boussingaultii*, on verra que la couche rouge appartient incontestablement à l'aptien de la Suisse, de l'Espagne et de la Provence. L'*O. Boussingaultii*, l'*O. aquila*, l'*Heteraster oblongus*, sont associés dans la péninsule espagnole à la *Caprina Lonsdalii* et à l'*Ostrea Leymerii*. Il en est de même à la Bedoule, près de Cassis. Ces trois espèces sont donc indifféremment urgoniennes et aptiennes, en conservant à ces deux expressions la signification que leur attachent la plupart des géologues.

Alc. d'Orbigny reconnaît dans l'argile ostréenne l'équivalent de son étage urgonien. Nous sommes de son avis. MM. Cornuel et Renevier admettent, de leur côté, que la faune de l'argile ostréenne diffère fort peu de celle des calcaires à *Spatangus*, et ils rapportent les deux au niveau des marnes d'Hauterive, association

contre laquelle protestent les fossiles aptiens et surtout le *Nautilus plicatus*, qui, à la Clape, en Provence et en Angleterre, est franchement de patrie aptienne. Et puis, dans la Haute-Marne, l'argile ostréenne n'est-elle pas supérieure aux bancs à *Spatangus*, aux marnes d'Hauterive? Comment considérer dès lors comme parallèles deux étages superposés?

M. Lory (1), qui a jeté une si grande lumière sur la géologie du Dauphiné, a admis, pour le terrain néocomien inférieur de cette province, deux types qu'il désigne par les noms de *Type provençal à faciès vaseux pélagique* et de *Type jurassien à faciès littoral*.

Le premier comprend :

- 1^o Les marnes néocomiennes inférieures avec *Belemnites latus* et *Aptychus Didayi* ;
- 2^o Des calcaires avec *Ammonites Astierianus* et *Aptychus Didayi* ;
- 3^o Des marnes et des calcaires marneux avec *Belemnites pistilliformis* ;
- 4^o Une grande assise de calcaire bleu pâle avec *Scaphites Yvanii*, *Ancyloceras Tabarelli*, etc.

C'est au-dessus qu'apparaissent les marnes aptiennes proprement dites avec *Belemnites semicanaliculatus*.

Les trois premières divisions correspondent évidemment aux marnes d'Hauterive et au calcaire jaune de Neuchâtel, la quatrième, aux calcaires blancs de Barrême, dans les Basses-Alpes, que M. Lory classe, comme on le voit, dans son néocomien inférieur. Dans ce tableau, il n'est nullement fait mention du calcaire à Caprotines (étage urgonien de d'Orbigny), qui, s'il existait, devrait, d'après les idées de l'auteur, se superposer aux assises à *Scaphites* et être recouvert par les argiles à *Plicatula placunea*. Il y aurait donc une lacune, absence du calcaire à Caprotines, dans cette partie du Dauphiné décrite par M. Lory, à moins que l'on ne considère, ainsi que l'a fait l'auteur de la *Paléontologie française*, les assises à *Scaphites*, ou, ce qui revient au même, le calcaire de Barrême, comme l'équivalent de l'étage urgonien, ce que nous aurons à éclaircir plus tard.

Le *type jurassien* (2) correspond, à part l'étage valenginien, qui

(1) Lory, *Description géologique du Dauphiné*, p. 287.

(2) Lory, *Ibid.*, p. 292.

n'est pas indiqué dans le Dauphiné, aux divisions suisses, et comprend :

- 1° Les calcaires néocomiens inférieurs avec *Ostrea Couloni* ;
- 2° Les calcaires roux avec *Ostrea rectangularis* ;
- 3° Les marnes et calcaires avec *Spatangus retusus* ;
- 4° Les calcaires jaunes avec les mêmes fossiles que l'assise précédente.

L'étage néocomien supérieur (1) comprend le calcaire à *Chama ammonia*, qui ne mesure pas moins de 500 mètres, et qui se montre avec deux zones d'*Orbitolites*, dont l'une renferme les gisements célèbres du Rimet et des Ravix. Parmi les nombreux fossiles qu'y cite M. Lory, nous nous contenterons de mentionner les espèces qui sont aptiennes dans d'autres contrées que le Dauphiné, afin de démontrer que le calcaire à *Chama* n'est autre chose qu'une dépendance de l'aptien lui-même.

Pteroea pelagi, d'Orb. — Aptien en Suisse.

Natica lævigata, d'Orb. — Aptien en Suisse et en Espagne.

Mytilus Fittoni, d'Orb. — Aptien en Suisse et en Angleterre.

Lima Orbignyana, d'Orb. — Aptienne à Marseille.

Caprotina Lonsdullii, d'Orb. — Aptien à Marseille, en Espagne et en Algérie.

Heteraster oblongus, d'Orb. — Aptienne à Wassy.

Pygaulus depressus, Alb. Gras. — Aptien en Suisse et en Espagne.

Salenia prestensis, Desor. — Aptienne à la Clape et à Marseille.

Janira Morrissi, Pictet (*J. atava*, d'Orb.). — Aptienne en Suisse et à Marseille.

Ostrea macroptera, Sow. — Aptienne en Angleterre.

Rhynchonella Bertheloti, d'Orb. — Aptienne à Marseille.

Salenia Grasi. — Aptienne pour M. Cotteau.

Echinospatagus Collenyii, d'Orb., — Aptien en Provence.

Pyrina cylindrica, Alb. Gras. — Aptienne en Provence.

Terebratula sella, Sow. — Aptienne à Marseille et en Suisse.

Corbis corrugata, d'Orb. — Aptienne en Suisse et à Marseille.

Plicatula radiola, d'Orb. — Aptienne à Marseille.

Ammonites Martinii, d'Orb. — Aptienne ailleurs.

Nautilus plicatus, Sow. — Aptienne à Marseille, à la Clape, à Wassy.

Belemnites semicanaliculatus, Blainv. — Aptienne ailleurs.

Orbitolites lenticularis, d'Orb. — Aptienne en Suisse et en Espagne.

Il est de la dernière évidence que le néocomien inférieur cor-

(1) Lory, *Description géologique du Dauphiné*, p. 305.

respond aux marnes d'Hauterive, et le néocomien supérieur au calcaire urgouien et à l'étage aptien de M. Pictet à la fois. Il est à remarquer, en effet, que la presque totalité des fossiles cités par M. Lory sont aptiens, et, s'ils ne peuvent être soustraits au calcaire à *Chama ammonia*, on doit conclure que les étages urgouien et aptien ne font qu'un seul et même étage dans cette partie du Dauphiné, exactement comme on l'observe en Espagne, en Algérie et dans la basse Provence.

Il est utile de noter en passant que les couches à *Scaphites* ne sont pas signalées dans le néocomien à faciès jurassien, et qu'à priori rien ne s'oppose à ce qu'on puisse les considérer comme l'équivalent du calcaire à *Chama*; car les uns et les autres sont supérieurs à un même néocomien et recouverts par un même aptien à *Belemnites semicanaliculatus*. Quoi qu'il en soit, il y a certainement antipathie entre les calcaires à *Scaphites* et les calcaires à *Chama*, puisqu'on ne les trouve jamais superposés l'un à l'autre nulle part, ce qui doit se vérifier d'ailleurs, s'ils sont réellement contemporains.

Pour nous faire une idée complète du terrain néocomien du Dauphiné, parlons du type mixte de l'étage inférieur (1), celui que M. Lory appelle type des environs de Grenoble, et qui résulterait, en quelque sorte, de la combinaison et de l'enchevêtrement des deux précédents. L'auteur y distingue les assises suivantes :

ÉTAGE néocomien inférieur.	1 ^{re} 2 ^e 3 ^e 4 ^e subdivision.	{	(1). Marnes néocomiennes inférieures, à <i>Belemnites latus</i> .
			(2). Calcaire néocomien inférieur, ou calcaire de Fontanil.
			(3). Calcaire roux, à <i>Ostrea macroptera</i> .
			(4). Couche chloritée, à <i>Belemnites pistilliformis</i> et <i>B. dilatatus</i> , <i>Ammonites</i> .
			(5). Calcaires bleus, à <i>Crioceras</i> , <i>Ammonites</i> .
			(6). Marnes et calcaires marneux, à <i>Spatangus (Toxaster complanatus)</i> .

M. Lory, en synchronisant l'assise 5 (calcaires bleus à *Crioceras*) avec le n° 4 de son néocomien inférieur à faciès provençal à *Scaphites Yvanii* (couches de Barrême), fait une assimilation erronée. En effet, le seul *Crioceras* qu'il y cite est le *C. Duvalii*, qui appartient bien réellement au néocomien à *Spatangus retusus*, et s'y trouve associé aux *Ammonites cryptoceras*, *A. radiatus*, *A. Astierianus*; mais ce *Crioceras*, qui a été presque constamment confondu avec le *C. Villersianus* ou avec le *C. Emerici*, ne se trouve point à Barrême et n'appartient pas au même étage. Ainsi il n'existe rien de commun entre l'assise n° 4 du néocomien à type

(1) Lory, *Description géologique du Dauphiné*, p. 296.

provençal et l'assise n° 5 du type mixte des environs de Grenoble. La première appartient à notre étage barrémien et est supérieure à l'horizon du *Spatangus retusus*, tandis que la seconde fait partie intégrante de l'étage néocomien proprement dit (marnes d'Haute-rive).

M. Lory, en faisant observer que les calcaires jaunes (n° 4 du type jurassien, ou calcaires jaunes de Neuchâtel) se confondent, aux environs de Grenoble, avec la base des calcaires de l'étage néocomien supérieur (calcaires à *Chama ammonia*), proclame par cela même la non-existence sur ce point des calcaires à *Scaphites Yvanii*; d'où la conséquence que rien ne s'oppose encore, à priori, à ce qu'on puisse considérer les calcaires de Barrême (*Scaphites Yvanii*) comme l'équivalent des calcaires à *Chama ammonia*, puisque dans ce nouvel exemple la présence des premiers entraîne toujours l'exclusion des seconds, et réciproquement ailleurs.

M. Reynès, à son tour, embrasse sans réserve les opinions de MM. Pictet et Lory; il ne reconnaît dans les Basses-Alpes qu'un néocomien inférieur, auquel succède normalement l'aptien (1). L'urgonien n'y serait pas représenté.

Son étage se compose :

1° Des marnes avec *Ammonites Astierianus*, *A. neocomiensis*, *A. cryptoceras*, *A. Grasianus*; 2° de 200 à 400 mètres de calcaires avec *Ammonites Astierianus*, *A. Grasianus*; *A. cryptogamus*, *Belemnites latus*, *B. dilatatus*, *B. Emerici*, etc.; enfin, 3° de calcaires blancs (couches de Barrême), dans lesquels il cite, entre autres espèces, les *Ammonites Astierianus*, *A. radiatus*, *A. cryptoceras*, *A. subfimbriatus*, *A. Didayanus*, *A. Duvalianus*, *Crioceras Emerici*, *Ostrea Couloni*.

« Cette faune certainement très-incomplète, dit l'auteur, et » que l'on voit s'élever dans le Prodrôme de d'Orbigny à plu- » sieurs centaines d'espèces, est cependant suffisante pour montrer » le parallélisme de l'étage avec le néocomien des contrées simi- » laires. En dernière analyse, nous soutenons que le néocomien » des Basses-Alpes, du Var, des Hautes-Alpes et des Voirons, que » tout néocomien à *faciès alpin*, en un mot, ne peut se subdiviser » en deux étages dont le supérieur deviendrait synchronique et » équivalent du calcaire à *Chama*. Ce dernier terrain conserve » donc toujours, d'après nous, son individualité. »

Si cette conclusion était adoptée, il en résulterait comme consé-

(1) Reynès, *Études sur le synchronisme et la délimitation des terrains créacés du sud-est de la France*, p. 47.

quence que le néocomien inférieur contiendrait, en outre de sa faune propre, une faune aptienne, ainsi que M. Lory l'admet pour le Dauphiné et comme on l'a admis si longtemps et si mal à propos pour la Clape, dans l'Aude. Or si, à cause de l'existence bien constatée de fossiles aptiens dans cette dernière localité et qui ont prévalu contre la légion de fossiles néocomiens qu'on y citait, on a détrôné à la Clape le néocomien au profit de l'aptien, il est évident que, les raisons étant les mêmes pour Barrême, il y a lieu à procéder également à un changement de dynastie pour ce dernier point.

Il est à regretter que M. Reynès ait cru devoir réserver son opinion sur les bancs à céphalopodes à tours déroulés qui ont attaché une si grande célébrité aux gisements d'Angles, des Vergons et de Barrême, d'autant plus qu'on cite à Barrême même les *Ancyloceras Matheronianum* et le *Nautilus plicatus*, qui sont franchement aptiens à la Bedoule et à Apt. Il aurait été curieux de connaître leur position exacte par rapport aux assises à *Scaphites Yvanii*, et de savoir si celles-ci sont indépendantes ou non des bancs qui contiennent ces deux céphalopodes si caractéristiques.

Quoi qu'il en soit, M. Reynès englobe les marnes à Bélemnites plates ainsi que les calcaires blancs supérieurs de Barrême à *Scaphites Yvanii* dans un seul et unique étage, qui, pour lui, est le néocomien inférieur, et il admet de plus que la faune est la même dans cet ensemble de plus de 600 mètres de puissance.

Contrairement à cette opinion qui proclame ainsi le mélange de deux faunes distinctes dans un seul étage, mélange que, pour notre propre compte, dans plusieurs visites faites à Barrême, nous n'avons jamais eu l'occasion de constater, et contre lequel proteste également le Prodrôme de d'Orbigny, M. Duval-Jouve (1), qui a fait des Basses-Alpes, qu'il a habitées pendant plusieurs années, l'objet d'études spéciales, avait reconnu en 1841 que les calcaires blancs, durs, supérieurs aux marnes à Bélemnites plates, renfermaient les *Ammonites cassida*, *A. ligatus*, *A. castellanensis*, *A. pulchellus*, *Belemnites Grasianus*, et il n'y fait figurer aucun des fossiles cités par M. Reynès, tels que *Ammonites Astierianus*, *A. Grasianus*, *A. cryptoceras*, *A. radiatus*, *A. Leopoldinus*, *Belemnites dilatatus*, *B. latus*, *B. Emerici*, *B. pistilliformis*, *Ostrea Couloni*, *Toxaster complanatus*, espèces que M. Duval signale, au

(1) Duval-Jouve, *Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane (Basses-Alpes)*, p. 8 et suiv.

contraire, dans le néocomien inférieur, c'est-à-dire dans la station qu'elles occupent réellement partout ailleurs.

C'est au-dessus de ces calcaires blancs que nous considérons aujourd'hui comme la base de l'étage aptien, l'équivalent du calcaire à *Chama ammonia*, du néocomien inférieur à faciès alpin ou provençal, que M. Duval enregistre les *Belemnites semi-canaliculatus*, *Ammonites Dufrenoyi*, *A. Guettardi*, *A. Martinii*, *A. Nisus*, toute la faune de Gargas, en un mot. Il n'y fait aucune mention du calcaire à *Chama ammonia*, qui manque dans les Basses-Alpes ainsi que dans le nord de la France, du moins avec le faciès qu'on lui connaît dans le Midi.

Nous n'avons point à nous occuper en ce moment de la question controversée de la Clape, et dans laquelle la paléontologie a eu raison, une fois de plus, des conclusions formulées au nom de la stratigraphie, puisque la plupart des auteurs qui, à l'aide de fossiles mal interprétés, avaient fait de cette montagne célèbre une seconde Voulte, ont rétracté leur première opinion. Nous aurons l'occasion d'en dire deux mots un peu plus tard.

La question d'attribution en était là, lorsque étant revenu dans la Provence après une longue absence, nous eûmes à nous occuper de nouveau d'une formation sur laquelle on avait longuement écrit depuis.

Alc. d'Orbigny est le premier, comme on le sait, qui ait synchronisé les couches de Barrême (néocomien à faciès provençal ou alpin de MM. Lory et Pictet) avec le calcaire à *Chama ammonia*, dont il a fait son étage urgonien. Cette opinion que nous avons adoptée, tout en ne nous expliquant pas la différence des faunes, se trouva ébranlée dans notre esprit par la découverte faite par un de nos disciples, M. Paul Albert, du *Scaphites Yvanii* dans le calcaire à *Chama ammonia* des environs de Marseille. Ce fait acquérait une grande importance, par la raison que le plus grand nombre, sinon la totalité des géologues, considéraient à cette époque l'étage urgonien comme un étage distinct et indépendant à la fois du néocomien et de l'aptien, et nous convenons qu'il était difficile d'avoir une opinion différente pour les Alpes de la Basse-Provence. Or, comme le *Scaphites Yvanii* paraissait occuper sur le littoral de la Méditerranée une station un peu inférieure aux *Chama ammonia*, et qu'au-dessous du grand niveau occupé par ce bivalve il se développait une masse assez considérable de calcaires blancs dépourvus de *Chama*, nous nous crûmes suffisamment autorisé à ériger en étage distinct les calcaires à *Scaphites Yvanii*, que nous parallélisâmes, ce qui était rationnel, avec les

bancs à *Scaphites Yvanii* de Barrême, et à conserver son autonomie à la partie supérieure de l'étage urgonien ainsi démembré. Nous créâmes l'étage barrémien (1).

Cette nouvelle manière d'envisager les choses nous paraissait répondre aux exigences que réclamaient à la fois la superposition et la paléontologie. On pouvait s'expliquer alors comment la faune de Barrême était si différente de celle des calcaires à *Chama*, faunes que d'Orbigny avait réunies dans son Prodrôme. Notre opinion reçut la sanction d'un juge bien compétent, M. Desor (2), qui cependant et avec raison s'oppose au rapprochement que nous avions fait de notre nouvel étage barrémien avec la pierre jaune de Neuchâtel à *Toxaster complanatus*.

Mais cette combinaison que nous croyions si bien justifiée dans le midi de la France, et qui avait le mérite d'arracher les couches de Barrême au néocomien inférieur, devait subir un échec et être détrônée deux ans plus tard, à la suite de nos études faites dans les anciens royaumes d'Aragon et de Valence (3), en plein dans les étages aptien et urgonien, tels qu'on les admettait à cette époque. Au lieu de la séparation si nettement tranchée qui semblait exister dans la Provence entre les marnes aptiennes proprement dites et les calcaires à *Chama*, nous nous trouvions, en Espagne, en présence d'une alternance mille fois répétée de calcaires blancs, de marnes et de grès; or, lorsque nous marchions sur les calcaires, nous les trouvions pétris de *Chama Lonsdalii*, de *Nerinea Archimedis* et *N. gigantea*; lorsque, au contraire, nous rencontrions les marnes, c'étaient les *Heteraster oblongus*, *Epiaster polygonalis*, *Pygaulus ovatus*, *Ostrea aquila* et *O. Boussingaultii*, *Orbitolina lenticularis*, *Pterocera pelagi*, *Plicatula placunea*, *Bellemnites semicanaliculatus*, *Ammonites Didayanus*, *A. Matheroni*, *A. fissicostatus*, en un mot, la légion des fossiles spéciaux à l'aptien proprement dit de la Suisse, de l'Angleterre, de la France, ainsi que ceux spéciaux au calcaire à *Chama* de la Provence. Il nous devenait donc impossible de séparer les calcaires à *Chama* des argiles alternantes, et dès lors de tailler deux étages dans un

(1) Coquand, *Sur la convenance d'établir dans le groupe inférieur de la formation crétacée un nouvel étage entre le néocomien proprement dit et le néocomien supérieur* (Mém. de la Soc. d'émulation de la Provence, t. I, 1862).

(2) Desor, *Bull. de la Soc. d'hist. nat. de Neuchâtel*, 1864.

(3) Coquand, *Monographie paléontologique de l'étage aptien de l'Espagne* (Mém. de la Soc. d'émul. de la Provence, t. III, 1865).

tout dont la faune commune et le caractère pétrographique liaient si étroitement les diverses parties entre elles.

Nous nous expliquâmes alors comment la *Chama Lonsdalii* s'était trouvée, la première fois, en sentinelle perdue, en plein aptien d'Angleterre, comment l'*Heteraster oblongus* existait en même temps dans la couche rouge de Wassy et dans le calcaire à *Chama* du Dauphiné et de la Suisse. Et puis, revenant sur quelques études de détail que nous avions d'abord négligées, mais qui, après notre voyage en Espagne, acquéraient une importance réelle, nous comprenions comment à la Bedoule, près de Marseille, ainsi qu'à la Sainte-Baume (1), en pleines argiles aptiennes avec *Ancyloceras Matheronianum*, *Plicatula placunea*, *Pseudodiadema Malbosi*, *Ostrea aquila* et *O. Boussingaultii*, nous avons pu constater la présence de bancs puissants et subordonnés de calcaires blancs avec *Chama Lonsdalii*, et qu'il est impossible de distinguer du banc à *Chama Lonsdalii* d'Orgon et des Martigues qui forment le type et la base de l'étage urgonien.

Il existe donc une véritable alternance entre les argiles à *Plicatules* et les calcaires à *Chama*. Seulement, ce qui ne paraissait être qu'une exception en Provence devenait la règle générale en Espagne et en Algérie. En dernière analyse, le calcaire à *Chama* n'était plus qu'un faciès qui avait persisté avec plus de constance dans le midi de la France qu'en Espagne, et que des circonstances particulières, ainsi qu'on le constate pour d'autres formations géologiques, avaient empêché de se manifester dans les Basses-Alpes et dans le nord de l'Europe.

En présence de pareils arguments, nous dûmes, dans notre monographie paléontologique de l'étage aptien de l'Espagne, décréter la suppression de l'étage urgonien pour le réunir à l'aptien, et étendre les termes de notre décret aux urgoniens de la Provence, du Dauphiné et du Jura, puisque ces urgoniens renferment, outre la *Chama Lonsdalii*, les *Ammonites Martinii*, *Nautilus plicatus*, *Plicatula placunea*, etc.

Cette décision inattendue menaçait du même sort notre étage barrémien. En effet, la découverte que vient de faire tout récemment M. Reynès dans les environs de Cassis et dans les bancs mêmes à *Ancyloceras Matheronianum* et *Belemnites semi-canaliculatus*, au-dessus des grandes masses à *Chama ammonia*, des *Ammonites Matheroni* et *A. recticostatus*, espèces essentiellement barré-

(1) Coquand, *Description géologique du massif montagneux de la Sainte-Baume* {*Mém. de la Soc. d'émul.*, t. III}.

miennes, jointes à la présence à Barrême même des *A. Matheroni*, *A. recticostatus*, *Ancyloceras Matheronianum*, *Scaphites Yvanii*, *Belemnites semicanaliculatus*, *B. Grasianus*, *B. Nautilus plicatus*, etc., cette découverte, disons-nous, démontre que les bancs à céphalodes déroulés des Vorgons, d'Angles et de Barrême, y compris ceux du néocomien à faciès alpin du Dauphiné et d'une des deux assises des Hivernages (Voirons), qui, d'après MM. Lory et Pictet, avec des fossiles spéciaux, contiennent réellement une faune aptienne, correspondent à l'aptien de la Bedoule, de Cassis et de l'Espagne; et comme, d'un autre côté, les calcaires à *Chama* font partie eux-mêmes de cet aptien, en Provence, en Algérie et en Espagne, il s'ensuit que les étages barrémien, urgonien, aptien, que le néocomien inférieur à faciès provençal de M. Lory et le néocomien inférieur à faciès alpin de M. Pictet, ne constituent qu'un étage unique, possédant un faciès pétrographique spécial suivant les diverses localités où on l'observe, mais perdant complètement ce faciès en Algérie et en Espagne pour revêtir une livrée mixte, qui rappelle à la fois l'urgonien à *Chama*, le barrémien et l'aptien marneux. Le calcaire urgonien, en définitive, n'est qu'un aptien à faciès méditerranéen, comme le barrémien est un aptien à faciès alpin.

Tout au plus s'il sera donné de subdiviser l'aptien en deux sous-étages, dont l'inférieur correspondrait plus spécialement au grand développement du calcaire à *Chama* (urgonien) et des couches de Barrême (étage barrémien ou néocomien à faciès alpin), et l'autre aux argiles à Plicatules; mais hâtons-nous d'ajouter que ces divisions, quoique passablement exactes à un point de vue général, ne pourraient jamais être considérées que comme artificielles, philosophiquement parlant, puisque les couches de Barrême, d'un côté, ne renferment point de *Chama*, bien qu'elles soient parallèles aux bancs qui les renferment ailleurs, et que, d'un autre côté, elles contiennent la *Plicatula placunea*, le *Nautilus plicatus*, l'*Ancyloceras Matheronianum*, l'*Ammonites Matheroni*, etc., qui occupent une station supérieure aux *Chama ammonia*, à la Bedoule et dans les environs d'Apt. Dans tous les cas, si elles reçoivent déjà une atteinte en Provence, à cause de l'existence du calcaire à *Chama* au sein même des marnes aptiennes supérieures, elles ne seraient guère applicables à l'Algérie et à l'Espagne, où l'on remarque une alternance plusieurs fois répétée de calcaires à *Chama* et de marnes ou de grès avec faunes urgonienne et aptienne parfaitement confondues.

Si nos arguments ont véritablement la valeur que semblent leur

accorder les faits récemment acquis à la science, Alc. d'Orbigny, si injustement attaqué, aura eu raison. Il aura réellement découvert, à Barrême, le rivage de la mer profonde au sein de laquelle se déposaient les *Chama*, et tomberont en même temps, grâce aux découvertes intéressantes de M. Reynès à Cassis, les objections qui lui ont été faites par M. d'Archiac et par M. Reynès lui-même, de ne pouvoir citer aucune espèce commune, outre son urgonien à *Chama* et son urgonien à céphalopodes à tours déroulés.

On voit, en résumé, que dans le Dauphiné, le Jura, la basse Provence, en Espagne et en Algérie, contrées où le terrain néocomien acquiert son plus ample développement, les marnes dites d'Hauterive ou néocomien à Bélemnites plates supportent, sans intermédiaire et indifféremment, mais jamais superposés les uns aux autres sur un même point, ou les calcaires de Barrême avec des fossiles spéciaux, mais avec une faune aptienne, ou les calcaires à *Chama* avec des fossiles spéciaux, mais avec une faune également aptienne.

Nous ne connaissons jusqu'ici qu'une dérogation à cette loi générale, et, comme nous ne la croyons qu'apparente, nous déclarons ne l'accepter que sous bénéfice d'inventaire. Elle serait fournie par la chaîne des Voirons, où, d'après MM. Pictet et de Loriol (1), il y aurait mélange de fossiles néocomiens et de fossiles barrémiens, aptiens par conséquent. Ces derniers seraient les *Bélemnites Minaret*, *Ammonites ligatus*, *A. difficilis*, *A. Rouyanus*, *Ancylloceras Emerici*, *Terebratula diphyoides*, et, citées avec quelque doute, les *Ammonites Martinii* et *A. crassicostatus*.

Mais, dans l'état de renversement complet où se trouvent les couches d'une chaîne de montagnes tourmentée comme l'est celle des Voirons, et qui n'a pas permis aux savants monographes suisses de décider, jusqu'à présent, d'une manière certaine, laquelle des deux couches fossilifères de leur coupe, figure 2, et par conséquent lequel des deux horizons qu'elles représentent, est inférieur à l'autre, on comprend la réserve qu'il convient d'apporter dans une question de ce genre, à cause de la difficulté de constater la position exacte des faunes ainsi que leur indépendance. Cette réserve est d'ailleurs recommandée par les auteurs eux-mêmes. Le terrain crétacé des Voirons, suivant toute vraisemblance, a donc dû donner naissance à ces illusions, qui, pendant

(1) Pictet et de Loriol, *Description des fossiles du terrain néocomien des Voirons*.

un si grand nombre d'années, ont maintenu, dans ces mêmes Alpes, les Ammonites et les Bélemnites du lias et les Nummulites tertiaires au-dessous du terrain houiller.

Quant à la coupe des environs de Grenoble de M. Lory, à laquelle MM. Pictet et de Loriol se réfèrent et qu'ils invoquent à l'appui de leur opinion pour prouver que le néocomien alpin à *faciès provençal* est intercalé entre deux couches de néocomien proprement dit, qu'il fait évidemment partie de la même formation et qu'on peut le considérer comme parallèle à l'autre (à *faciès jurassien*), comme déposé dans la même période, mais dans des conditions un peu différentes, cela est vrai pour cette coupe citée (*Description du Dauphiné*, p. 296), où le néocomien *alpin* est désigné par M. Lory sous le nom de *calcaires blancs à Crioceras* et *Ammonites*; mais ces calcaires à *Crioceras Duvallii*, *Ammonites cryptoceras*, *A. radiatus*, qui sont l'équivalent des marnes d'Hauterive à *Toxaster complanatus*, ne sont plus les calcaires du même auteur (p. 288), quoique parallélisés par lui, car il reconnaît à ces derniers une position supérieure aux couches à *T. complanatus* et à *Belemnites pistilliformis*, et, au lieu des fossiles franchement néocomiens inférieurs de la première coupe, il y cite les *Crioceras Emerici*, *Toxoceras Honoratianum*, *Ancyloceras Puzosianum*, *A. pulcherrimum*, *A. Tabarelli*, *Scaphites Yvanii*, *Ammonites subfimbriatus*, *A. lepidus*, *A. difficilis*, *A. Honnoratianus*, *A. ligatus*, *A. Rouyanus*, *A. castellanensis*, *Terebratula diphyoides*, qui sont bien les fossiles de l'étage barrémien avec *Ancyloceras Matheronianum*, et nullement ceux des marnes d'Hauterive précitées. M. Lory, et après lui MM. Pictet et de Loriol, ont donc comparé deux choses différentes et confondu deux étages distincts.

Au surplus, citons textuellement M. Lory. Voici en quels termes il s'exprime (1): « Ces Bélemnites (*Belemnites dilatatus* et *B. pistilliformis*) marquent un niveau au-dessus duquel apparaissent, en grande abondance, des types de fossiles rares ou inconnus dans les assises inférieures : ce sont les genres de céphalopodes diversement enroulés, désignés par les noms de *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Scaphites*, *Toxoceras*, *Ptyhoceras*, *Hamulina*, etc. Avec ces genres se trouvent des espèces d'Ammonites en partie différentes de celles des assises précédentes, et une Térébratule très-remarquable, la *Terebratula diphyoides*. »

On ne saurait être plus explicite et prouver par des arguments plus décisifs que le néocomien à *faciès provençal*, qui n'est autre

(1) Lory, *Description géologique du Dauphiné*, p. 288.

chose que notre étage barrémien, n'a rien de commun avec les calcaires à *Crioceras Duvalii*, qui appartiennent à la zone du *Toxaster complanatus*, puisqu'il leur est constamment supérieur et qu'il contient une faune toute différente.

Si d'ailleurs il pouvait subsister le moindre doute sur l'équivalence du néocomien à faciès alpin (étage barrémien) avec le calcaire à *Chama*, il serait dissipé par les faits suivants constatés par M. Lory (1) ; après avoir indiqué, sur la rive droite du Buech, ainsi qu'à la cluse du Dévoluy, la présence des *Belemnites semicanaliculatus* au milieu des calcaires à *Orbitolites* (étage urgonien), ce qui indique un passage de cet étage à celui des *marnes aptiennes*, après avoir établi qu'entre Montmaur et Veynes l'étage néocomien supérieur paraît manquer complètement entre l'étage néocomien inférieur et celui des *marnes aptiennes*, très-développés l'un et l'autre, M. Lory établit qu'en passant du Vercors au Dévoluy, l'étage néocomien supérieur diminue constamment de puissance et finit par disparaître aux environs de Veynes. Les calcaires à *Orbitolites*, correspondant à celles du Rimet et des Ravix, conservent en partie leurs caractères et leurs fossiles, et l'*Orbitolina lenticularis* devient véritablement le fossile caractéristique de l'étage dans son état d'extrême amoindrissement. Comme aux Ravix, ces couches à *Orbitolines* offrent des caractères de passage aux *marnes aptiennes* et contiennent le *Belemnites semicanaliculatus*.

« En général, ajoute M. Lory, dans toute la partie du Dauphiné »
 » située au sud du cours de la Drôme et de la route de Valence à »
 » Gap par le col de Cabre et Veynes, l'étage néocomien supérieur »
 » manque. Le plus souvent les marnes aptiennes reposent immé- »
 » diatement sur les calcaires à *Criocères* et à *Ancylocères* (environs »
 » de Serres, etc.). D'autres fois, comme à la Charu, on trouve, »
 » au-dessus de ces derniers, une faible épaisseur de calcaires plus »
 » ou moins magnésiens et contenant des *Orbitolines*. Des couches »
 » semblables existent à la partie supérieure des calcaires à *Crio- »*
 » *cères*, aux environs de Vesc. Les *Orbitolines* et quelques autres »
 » fossiles, surtout le *Pygaulus depressus*, trouvés au Châtelard du »
 » Vesc, rapprochent ces couches des couches à *Orbitolines* inter- »
 » calées dans les calcaires à *Caprolines*. Mais ces lumachelles alter- »
 » nent à diverses reprises avec des calcaires compactes à pâte fine, »
 » contenant des *Ammonites*, des *Ancylocères*, le *Scaphites Yva-*

(1) Lory, *Description géologique du Dauphiné*, p. 324 et 326.

» *nii*, etc.; de sorte qu'on ne peut pas les séparer de l'étage néocomien inférieur pour en former un étage distinct. »

Il reste donc bien établi que les *Orbitolina lenticularis* du calcaire à *Chama* (néocomien supérieur de M. Lory) alternent dans le département de la Drôme avec les calcaires à *Scaphites Yvanii* de notre étage barrémien, et que, conséquent avec les principes de classification qu'il a adoptés, M. Lory les place à la fois dans son néocomien supérieur et dans son néocomien inférieur; donc l'*Orbitolina lenticularis* est urgonienne dans l'Isère, barrémienne dans les Hautes-Alpes et dans la Drôme, urgonienne et aptienne en Espagne et en Algérie, aptienne en Suisse et dans les environs de Marseille. On voit tout de suite les liens de famille qui, outre les nombreux fossiles déjà cités, unissent les étages nommés indistinctement *néocomien inférieur à faciès provençal* ou *alpin*, *barrémien*, *urgonien* et *aptien*. On voit de plus que le barrémien et l'urgonien, en tant que faciès, s'excluent l'un l'autre, ce qui doit être, car ils sont synchroniques; ils ont, pour piédestal commun, le néocomien d'Hauterive, et ils forment la base des marnes aptiennes supérieures proprement dites.

Et, pour montrer encore mieux comment l'aptien se confond avec l'étage urgonien ou l'étage barrémien, laissons encore s'expliquer M. Lory (4) :

« Dans le Royans et le Vercors, je n'ai rencontré nulle part l'étage aptien d'une manière distincte : s'il y existe, ce ne peut être qu'à un état rudimentaire et avec des caractères minéralogiques peu tranchés. Dans le département de l'Isère, les marnes des Ravix et du Rimet contiennent quelques fossiles aptiens; mais la grande majorité des espèces trouvées dans ces marnes est essentiellement *néocomienne*, et nous croyons, en conséquence, cette assise intimement liée à l'étage néocomien supérieur. »

Nous avons mentionné plus haut ces fossiles des Ravix réputés néocomiens et qui, en réalité, appartiennent tous à l'étage aptien. Reconnaître que dans cette localité remarquable on ne peut séparer l'aptien de l'urgonien, ni les fossiles aptiens des fossiles urgoniens, n'est-ce pas proclamer par cela même que les étages aptien et urgonien sont une seule et même chose? Si, d'un autre côté, dans les Hautes-Alpes et dans la Drôme, ces mêmes fossiles alternent avec les calcaires à *Scaphites Yvanii*, n'est-ce pas procla-

(4) Lory, *Description géologique du Dauphiné*, p. 334.

mer aussi que le *néocomien inférieur à faciès provençal* et l'*urgonien*, et l'*aptien* par conséquent, sont une seule et même chose? Je ne comprends pas d'autre conclusion possible.

Si la série entière de la formation crétacée avait éprouvé, entre Lioux et Barrême, dans les Basses-Alpes, le renversement qui a interverti l'ordre normal des couches dans la chaîne des Voirons, et si l'opinion qui a fait des couches de Barrême un des membres du néocomien inférieur n'avait pas trouvé de contradicteur, on aurait été amené, à coup sûr, aux mêmes conclusions que MM. Pictet et de Loriol, c'est-à-dire à rapporter à un même niveau deux étages différents. Ainsi, dans la coupe figure 2 de l'ouvrage de ces savants sur les Voirons, nous voyons dans l'assise calcaire qui est contiguë à l'oxfordien le représentant des marnes d'Hauterive, et dans celle qui supporte la grange des Hivernages, et qui est séparée de l'autre par les grès G², le représentant du calcaire de Barrême, ou, ce qui revient au même pour nous, l'équivalent du calcaire à *Chama*. C'est d'ailleurs dans ce dernier que nous avons découvert, en Algérie, l'*Ammonites Masyloxus*, Coq., qui a été retrouvée aux Hivernages par MM. Pictet et de Loriol; et, si nous ajoutons que ces géologues signalent, quoique avec quelque doute, dans la chaîne des Voirons, les *A. Martinii* et *A. crassicosatus*, fossiles que M. Lory cite à son tour dans son calcaire à *Chama*, associés aux *Nautilus plicatus*, on acquerra la conviction, disons mieux, la démonstration, qu'une des deux assises calcaires des Hivernages appartient réellement, par sa faune entière, à l'étage barrémien, et doit être par conséquent soustraite à la formation néocomienne et introduite dans le groupe aptien.

Une erreur du même genre a été commise pour le terrain crétacé de la Clape (Aude) par M. Reynès (1); mais, comme elle a été rétractée plus tard par son auteur (2) à la suite d'une interprétation différente donnée aux fossiles de cette localité, il convient de se tenir en garde contre ces mélanges de fossiles si souvent invoqués et toujours désavoués; car, si l'on se décide à changer d'opinion sur la position d'un terrain sans l'étudier à nouveau et sur l'inspection seule faite, dans le cabinet, des corps organisés

(1) Reynès, *Études sur le synchronisme et la délimitation des terrains crétacés du sud-est de la France* (Mém. de la Soc. d'émul. de la Provence, t. I).

(2) Reynès, *De l'étage dans la formation crétacée* (Mém. de la Soc. d'émul. de la Provence, t. III, p. 484).

qu'il renferme, c'est proclamer par là même que c'est à la paléontologie qu'est dévolue la mission de trancher souverainement les questions de stratigraphie.

Ainsi nous ne saurions nous ranger à l'opinion de M. Reynès, quand il avance qu'on ne saurait rien conclure de la découverte faite aux environs de Marseille des *Scaphites Yvanii*, par cette raison que le fragment rapporté à cette espèce peut tout aussi bien appartenir au *S. Yvanii* qu'à l'*A. recticostatus*. Nous en déduisons une conclusion toute différente. Comme le *S. Yvanii* et l'*A. recticostatus* habitent le même lit à Barrême, ces deux fossiles ont la même valeur à nos yeux et signifient la même chose, qu'ils se trouvent seuls ou associés. Si l'*A. recticostatus* est aptienne à Cassis, urgonienne à Marseille et barrémienne à Barrême, si le *Scaphites Yvanii* est barrémien à Barrême et urgonien à Marseille, nous en tirons la conséquence que les couches qui renferment ces deux céphalopodes sont synchroniques. Et M. Reynès n'a pas agi différemment en transportant la Clape en masse, qu'il avait faite néocomienne, dans l'étage aptien, parce qu'il avait, à tort (1), rapporté l'*Ammonites gargasensis* à l'*A. Feraudi*. Pour le même motif, ce savant doit assigner aux couches de Barrême une date aptienne, puisqu'il a recueilli lui-même à Cassis en plein aptien supérieur les *Ammonites Matheroni* et *A. recticostatus* qui se trouvent à Barrême, et ne plus leur conserver de place dans le néocomien inférieur.

Il ne paraît pas que les choses se passent sur le versant nord des Alpes autrement que sur le versant sud. A Holl-Bach-Graben, en Bavière, le *Scaphites Yvanii* se trouve associé au *Ptychoceras laeve*, Matheron, à l'*Ammonites Dufrenoyi* et à d'autres céphalopodes à tours déroulés qui rappellent, à part le faciès pétrographique, la faune de Barrême. On peut voir dans le musée de Munich une fort belle série de fossiles de cette localité. M. Gumbel (2) réunit sous le nom de Schrattekalk les étages urgonien et aptien, et arrive relativement à cette association aux mêmes résultats que ceux où nous ont conduit nos études en Espagne, en Algérie et dans la Basse-Provence.

Pour ne pas surcharger ce travail de détails trop longs ou tomber dans des redites, nous renverrons à notre monographie paléontologique de l'aptien de l'Espagne, où sont développés les

(1) Reynès, *loc. cit.*, p. 484.

(2) Gumbel, *Kreideformation der Bayer. Alpen*, 1864.

motifs qui nous ont forcé à réunir l'aptien et l'urgonien en un seul étage.

Si, franchissant la Méditerranée, nous consultons le continent africain, nous verrons dans le nord de l'Afrique le calcaire à *Chama ammonia* subordonné, pour ainsi dire, comme en Espagne, aux marnes aptiennes.

L'Amérique méridionale, à son tour, présente un aptien qui participe à la fois de celui des Alpes et de celui de la Provence, et il faut désormais renoncer à y voir un représentant du néocomien inférieur, ainsi qu'on l'admettait autrefois. Pour justifier notre façon de penser, il n'y a qu'à citer les *Ammonites Didayanus*, *A. Dumasianus*, *A. galeatus*, *A. Teffryanus*, *Ancylloceras Matheronianum*, *A. simplex*, *Toxoceras nodosum*, *Natica praelonga*, *Pholadomya pedernalis*, *Cardium miles*, Coq., *Arca dilatata*, *Trigonia abrupta*, *T. Hondaana*, *Janira Morrissi*, *Ostrea aquila*, *O. Boussingaultii*, *Terebratula sella*, *Orbitolina lenticularis*, espèces qui caractérisent indifféremment dans la Provence, en Algérie et en Espagne les étages barrémien, urgonien et aptien, et se trouvent par conséquent au même niveau.

Afin de rendre notre démonstration plus complète et bien faire comprendre la légitimité de la réunion que nous proposons, nous donnons ici la liste des fossiles qui sont communs au néocomien inférieur à faciès alpin ou provençal qui correspond, comme on l'a vu, aux étages barrémien et urgonien (étant l'un et l'autre la base de l'étage aptien), au barrémien, à l'urgonien et à l'aptien proprement dit.

- Ammonites crassicosatus*, d'Orb. — Barrémien aux Voirons; aptien partout ailleurs.
- *fissicosatus*, Phillips. — Urgonien en Espagne et en Algérie; aptien partout ailleurs.
- *Teffryanus*, Karsten. — Urgonien en Amérique; urgonien et aptien en Espagne.
- *Didayanus*, d'Orb. — Barrémien à Barrême; urgonien ailleurs.
- *Martini*, d'Orb. — Barrémien aux Voirons et dans le Dauphiné; aptien ailleurs.
- *Masyloëus*, Coq. — Barrémien dans les Basses-Alpes et aux Voirons; urgonien en Algérie.
- *recticosatus*, d'Orb. — Barrémien à Barrême; aptien à Cassis.
- *Matheroni*, d'Orb. — Barrémien à Barrême; aptien à Cassis.

- Ancylloceras Matheronianum*, d'Orb. — Barrémien à Barrême; aptien ailleurs.
- Scaphites Yvanii*, Puzos. — Barrémien à Barrême; aptien ailleurs.
- Nautilus plicatus*, Sow. — Argiles ostréennes à Wassy. — Urgonien dans le Dauphiné; aptien ailleurs.
- Belemnites semicanaliculatus*, Blainv. — Barrémien à Barrême; aptien ailleurs.
- *Grasianus*, Duval. — Barrémien à Barrême; aptien ailleurs.
- Nerinea Archimedis*, d'Orb. — Urgonien en Provence; urgonien et aptien en Espagne et en Algérie.
- *gigantea*, d'Hombres-Firmas. — Urgonien en Provence; urgonien et aptien en Espagne et en Algérie.
- *Renauxiana*, d'Orb. — Urgonien en Provence; aptien en Suisse (Renevier).
- Pterocera pelagi*, d'Orb. — Urgonien dans le Dauphiné; urgonien et aptien en Espagne; aptien en Suisse.
- Natica lævigata*, d'Orb. — Urgonien dans le Dauphiné; aptien en Suisse.
- Chama Lonsdalii*, Coq. — Urgonien et aptien en Provence, en Espagne et en Algérie; aptien en Angleterre.
- Arca dilatata*, Coq. — Urgonien en Colombie; aptien en Espagne, en Algérie et en Provence.
- Trigonia Hondaana*, Lea. — Urgonien en Colombie; urgonien et aptien en Algérie; aptien en Espagne.
- *abrupta*, de Buch. — Urgonien en Colombie; aptien en Espagne.
- Pholadomya pedernalis*, Roëmer. — Urgonien en Amérique; aptien en Suisse et en Espagne.
- Mytilus Fittoni*, d'Orb. — Urgonien dans le Dauphiné; aptien en Suisse.
- Corbis corrugata*, Forbes. — Urgonien dans le Dauphiné; aptien en Suisse, en Provence et en Espagne.
- Plicatula placunea*, d'Orb. — Barrémien et urgonien dans le Dauphiné; aptien ailleurs.
- Ostrea aquila*, d'Orb. — Urgonien en Espagne et en Provence; aptien ailleurs.
- *Boussingaultii*, d'Orb. — Urgonien en Amérique; aptien en Provence, en Espagne et en Algérie.
- *macroptera*, Sow. — Urgonien dans le Dauphiné; aptien en Angleterre.
- *Leymerici*, Deshayes. — Argiles ostréennes à Wassy. — Urgonien en Espagne et en Algérie.
- Rhynchonella Bertheloti*, d'Orb. — Urgonien dans le Dauphiné; aptien en Provence.
- Terebratula sella*, Sow. — Urgonien en Dauphiné et en Provence; aptien en Espagne et en Provence.
- Pygaulus depressus*, Gras. — Barrémien dans la Drôme; urgonien en Provence et dans le Jura; urgonien et aptien en Espagne et en Algérie; aptien à Wassy.

Echinospatagus Collegnyi, d'Orb. — Urganien dans le Dauphiné; aptien en Espagne, en Provence.

Heteraster oblongus, d'Orb. — Urganien en Dauphiné, en Provence et dans le Jura; urgonien et aptien en Espagne et en Algérie; aptien à Wassy.

Salenia prestensis, Desor. — Urganien dans l'Isère; aptien ailleurs.

Pyrina cylindrica, . — Urganien dans l'Isère; aptien ailleurs.

Orbitulina lenticularis, d'Orb. — Urganien en Dauphiné et au Texas; barrémien dans la Drôme; urgonien et aptien en Algérie; aptien en Suisse et en Provence.

Nous aurions pu, à l'aide de quelques recherches, augmenter le nombre des espèces communes aux *néocomien inférieur à faciès alpin* ou *provençal*, barrémien, urgonien et aptien que nous considérons aujourd'hui comme un étage unique. La liste qui précède suffit toutefois pour justifier les modifications que nous proposons pour le classement de la craie inférieure, et qui sont indiquées dans le tableau suivant :

CRAIE INFÉRIEURE.	I. Étage aptien.	A. Supérieur.	Marnes aptiennes proprement dites, ou couche rouge de Wassy.
			Néocomien inférieur à faciès provençal de M. Lory, ou Néocomien inférieur à faciès alpin de M. Pictet, ou
		B. Inférieur..	Étage urgonien d'Alc. d'Orbigny, ou
Étage néocomien supérieur de M. Lory, ou			
II. Étage néocomien.	Argiles ostréennes de Wassy, ou		
	Étage barrémien de M. Coquand, et enfin		
III. Étage valenginien (d'origine marine), ou wealdien (d'origine lacustre).	Étage aptien à faciès méditerranéen de M. Coquand.		
	Marnes d'Hauterive.		
			Pierre jaune de Neuchâtel.

M. Marcou fait remarquer que, contrairement à l'opinion de M. Coquand, Alcide d'Orbigny avait parfaitement reconnu le caractère si remarquable et si exceptionnel des fossiles que l'on trouve dans le terrain dit *valenginien*, mais que seulement il n'avait pas distingué cette faune sous un nom spécial, la regardant comme la partie inférieure de la faune néocomienne. D'ailleurs, ajoute M. Marcou, le nom de *valenginien* ne convient pas à ce groupe; car au château de Valengin, près de Neuchâtel, les roches de ce groupe sont très-incomplètes, puisqu'on y trouve moins de la moitié des assises, et les fossiles y sont très-rares et mal conservés. C'est aux environs de Sainte-Croix (canton de Vaud), de Métabief (Doubs) ou de Boucherans (Jura), que l'on doit prendre les types pour cette partie inférieure du néocomien.

Fig. 1



Fig. 2

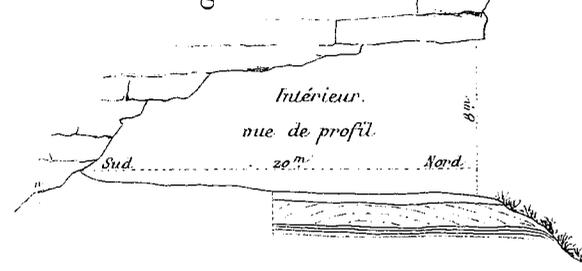


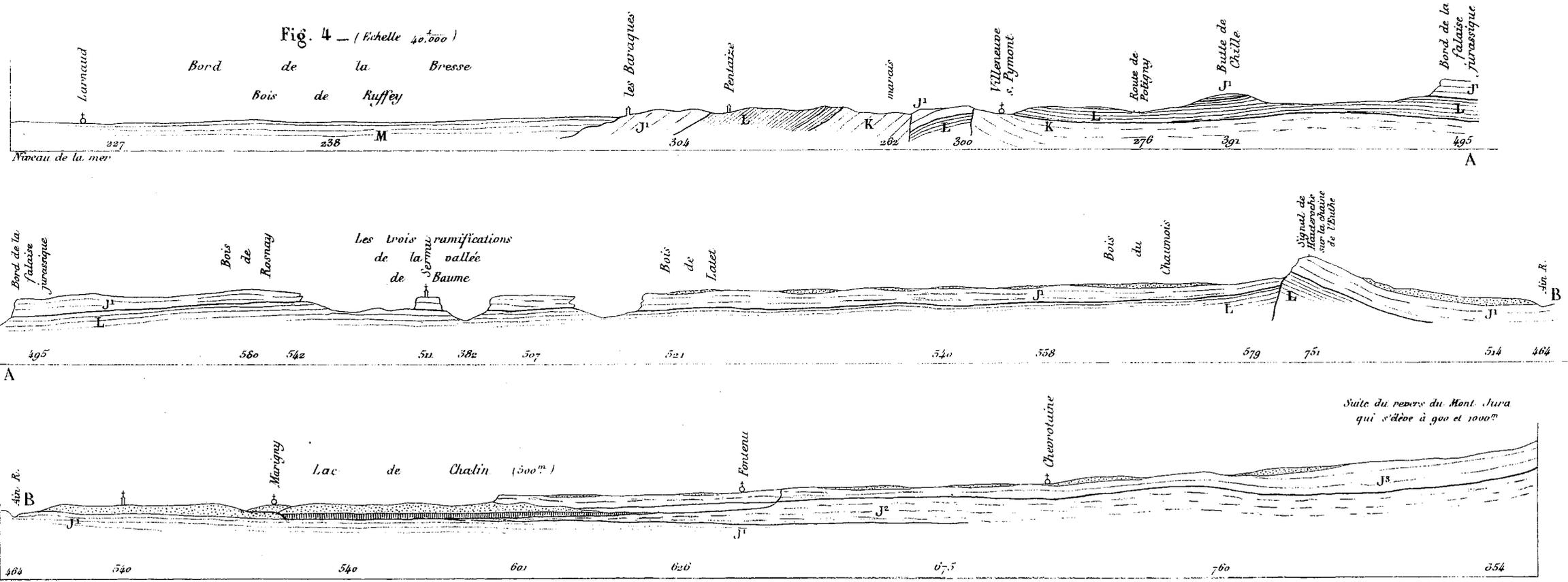
Fig. 3 — Tranchée.



Légende.

- K Marnes irisées.
- L Lias.
- J¹ Oolite inférieure.
- J² Oxfordien.
- J³ Corallien et Kimm.
- M Tertiaires de la Bresse.
- Depôts glaciaires.

Fig. 4 — (Echelle 40,000)



M. Benoît fait la communication suivante :

Note à propos de la grotte de Baume (Jura); par M. Émile Benoît (Pl. XI).

La Société d'Émulation du Jura a fait faire dans la grotte de Baume, près de Lons-le-Saunier, des fouilles qui ont amené la découverte importante de nombreux ossements d'animaux éteints. Ces ossements sont enfouis dans des lits de sables et graviers nettement séparés d'une couche superficielle renfermant des débris de poteries très-anciennes et d'autres objets archéologiques. La relation de cette découverte fait l'objet d'une notice de M. Louis Cloz insérée dans le volume de 1865 de la Société.

Les figures, 1, 2 et 3 de la planche (XI) ci-jointe sont empruntées à la notice en question et montrent la forme et la position de la grotte, ainsi que la partie qui a été fouillée et qui se compose de trois couches, savoir :

1° A la base, sur le roc, une couche d'argile jaune d'un mètre d'épaisseur moyenne, qui n'a encore restitué aucun débris fossile ;

2° Au milieu, des lits de sables, graviers et cailloux roulés, inclinés, enchevêtrés, d'une épaisseur variable de 1 à 4 ou 5 mètres, renfermant de nombreux ossements d'animaux fossiles ;

3° A la surface, une couche récente de 25 centimètres d'épaisseur, formée de terre, poussières, feuilles et débris de végétaux, renfermant des fragments de poteries, des haches en corne de cerf et d'autres objets archéologiques.

Les ossements de la couche du milieu sont très-fragiles et indéterminables, sauf les dents, qui sont nombreuses. La Société d'Émulation y a très-bien reconnu les genres *Ursus*, *Hyena*, *Felis*, *Sus*, *Equus*, *Elephas*, *Rhinoceros*, *Cervus*, *Bos*, etc. Je place sous les yeux de la Société géologique une cinquantaine des dents les mieux conservées, qui m'ont été remises pour être communiquées aux hommes compétents. M. Paul Gervais y reconnaît les mêmes genres que la Société d'Émulation et attribue à la découverte une très-grande importance scientifique ; de nouvelles fouilles devant être faites dans la grotte, il lui a paru convenable de remettre à plus tard les déterminations spécifiques. Cependant on peut dès maintenant signaler les espèces suivantes : *Rhinoceros tichorhinus*, *Machairodus latidens*. M. Paul Gervais a surtout porté son attention sur cette dernière espèce, qui est représentée seulement par une canine inférieure crénelée, très-caractéristique du genre ; c'est la troisième dent connue ; elle a été trouvée une fois

dans la caverne de Torquay en Angleterre, et une autre fois dans le diluvium des environs du Puy (Haute-Loire). Les *Machairodus* constituent un genre voisin de celui des *Felis* et la taille de ce grand chat du Jura aurait approché de celle du lion. Disons encore que la faune de la grotte de Baume paraît offrir plusieurs Cerfs, deux espèces de Cheval, deux espèces d'Ours, deux espèces de Bœuf. Quelques fragments d'ivoire représentent seuls le genre éléphant ; mais les nombreux ossements d'*Elephas primigenius* que l'on trouve dans cette partie du Jura font présumer qu'il s'agit ici de cette espèce.

Je n'ai aucune mission de faire une communication au sujet de la grotte de Baume, mais je pense que la Société d'Émulation du Jura ne me blâmera pas de divulguer son importante découverte et d'en prendre texte pour parler de la géologie locale.

Voici donc une grotte placée dans le massif jurassique, au fond d'une vallée, entre un abrupt de rochers et un grand talus d'éboulis, renfermant dans une sorte d'ossuaire la plus étrange collection d'animaux éteints, pêle-mêle dans un même dépôt graveleux. Le sujet est, comme on le voit, fort intéressant.

Est-ce une faune tertiaire ? est-ce une faune quaternaire ? Y a-t-il une faune quaternaire bien définie ? Qu'est-ce que l'époque quaternaire et où commence-t-elle ? Comment la vallée de Baume a-t-elle été creusée ? Comment la grotte a-t-elle été remplie ? Comment s'est faite l'ablation des couches jurassiques qui manquent sur ce premier plateau du Jura, où il n'y a plus que l'oolite inférieure ? Il y a là des questions préalables qu'il faut vider avant de rien décider sur la question paléontologique de la grotte.

J'ai fait dans le temps des études minutieuses dans cette partie du Jura, et je trouve dans mes carnets de voyage une coupe géologique (fig. 4) qui va de la Bresse jusque bien au delà du premier plateau en traversant la vallée de Baume un peu au nord de la grotte, là où la vallée se ramifie et se termine en trois cirques (les géologues jurassiens rendent assez bien cette forme de cirque par l'expression de *coup-de-gouge*). Voici les altitudes : niveau moyen de la Bresse, 220 mètres ; fond de la vallée de Baume près de la grotte, 382 ; altitude de la grotte, probablement 430 ; crête de l'abrupt au-dessus de la grotte, 511. Le plateau dans lequel la vallée de Baume est creusée a une altitude moyenne de 535 mètres ; il penche à l'ouest, mais avec diverses ondulations qui se traduisent en larges déclivités aboutissant aux échancrures de la falaise qui borde la Bresse, ainsi qu'à la vallée de Baume qui est parallèle à la falaise, qu'elle coupe en un point.

La grotte de Baume peut devenir célèbre ; il y aura probablement des controverses. Heureusement les faits sont ici très-simples, largement accusés, se prêtant peu à l'équivoque. On peut donc espérer que la science étant une fois faite sur ce point, l'analogie s'en déduira de proche en proche jusque dans les contrées lointaines.

Voici comment je vois les choses.

Ablation des couches jurassiques et creusement des vallées.

Le premier plateau du Jura dans la région qui nous occupe est formé par l'oolite inférieure, dont les couches presque horizontales ne supportent plus que de très-rares lambeaux d'oxfordien ; il faut aller jusqu'au delà de la chaîne de l'Euthe, dans la vallée de l'Ain, pour trouver l'oxfordien et le corallien, sous forme de buttes isolées, puis de falaise sinueuse enfermant de petits lacs, dont le plus remarquable est celui de Chalin (fig. 4). Que sont devenues les couches oxfordiennes et coralliennes qui couvraient cette vaste zone de plus de 60 kilomètres de long sur 10 à 15 de large ?

Cette ablation, dont il y a bien d'autres exemples dans le Jura, est géologiquement très-ancienne ; elle s'est faite même pendant la formation successive des divers terrains ; elle a été facilitée sur bien des points et notamment sur le plateau qui nous occupe, soit par l'accentuation progressive des formes orographiques, soit par la structure rudimentaire des couches autour des bombements du sol sous-marin, soit par la facile érosion résultant de la mollesse sédimentaire de roches tantôt émergées, tantôt amenées sous l'action du flot des marées ou celle des courants marins. On trouve dans le Jura des preuves positives de tous ces faits, qui sont surtout marqués dans le terrain jurassique à partir de l'entroque. Il y a donc eu pendant les âges géologiques des phénomènes énergiques de dissolution et de dispersion dont il faut tenir compte, car il y a connexion entre l'ablation des couches en surface et le creusement des vallées par rupture des couches et évitement des solutions de continuité. Par exemple, on voit bien que la vallée de Baume a été creusée jusqu'au lias en même temps que la vallée de Conliège, qui est voisine, en même temps que s'est faite l'ablation des couches qui manquent au-dessus des marnes irisées de Lons-le-Saunier. Tous ces reliefs étaient achevés bien avant la fin de l'époque tertiaire, puisqu'ici les couches tertiaires de la Bresse butent horizontales contre les roches jurassiques

redressées et entrecoupées de failles. C'est donc un point acquis que la vallée de Baume était déjà creusée avant l'époque quaternaire.

Commencement de l'époque quaternaire.

La question est grave. Pour mon compte, je crois que, quand on voudra bien ne pas négliger le facteur le plus important du problème, on reconnaîtra que l'époque quaternaire commence avec l'extension des anciens glaciers.

La faune de la grotte de Baume est certainement celle qui vivait dans le pays au commencement de l'extension des glaciers; on pourrait dire que c'est la dernière faune tertiaire tuée par le froid et les intempéries, puis enfouie dans un dépôt quaternaire, le plus ancien, celui qui marque un début torrentiel dont il n'y avait pas eu d'exemple précédemment. S'il en est ainsi, il est évident qu'il faudra placer ici la limite entre l'époque tertiaire et l'époque quaternaire, et je présume que la faune de la grotte de Baume servira de type.

Tout cadre ici avec ce système. Dans la gangue sableuse et graveleuse des ossements il n'y a aucun élément étranger aux roches jurassiques du plateau. La grande majorité de ces éléments provient des diverses couches de l'oolite; les cailloux de calcaire bleu de l'oxfordien sont très-rares et ceux provenant du corallien encore plus rares. La disposition enchevêtrée des couches à ossements indique une action torrentielle tumultueuse, un remous, probablement le voisinage d'une cascade, car tous les matériaux viennent du plateau. Alors, le fond de la vallée était nécessairement au niveau de la grotte, et ce ne peut être que plus tard, sous l'action croissante des courants, qu'elle s'est creusée davantage jusque dans les marnes du lias, et que des éboulis ont garni les pentes au pied des abrupts, le gisement ossifère restant ainsi suspendu à une hauteur d'environ 50 mètres au-dessus du fond actuel de la vallée. Il faut ajouter ici que les eaux qui ont pu couvrir la Bresse pendant l'époque quaternaire n'ont jamais atteint le niveau de la grotte, ce qu'il serait facile de prouver par des faits auxquels la brièveté de cette note ne laisse pas de place.

Glaciers du Jura.

On conteste encore l'ancienne extension des glaciers sur les grandes montagnes européennes, et à plus forte raison l'existence

d'anciens glaciers sur le Jura. Je crois que pour cette fois la question va se décider, car la grotte de Baume vient implanter sa curieuse question paléontologique au milieu des dépôts erratiques du Jura, et il faudra bien au moins discuter les faits et aller sur le terrain.

On ne sait pas encore bien comment les glaciers ont commencé ; quelques géologues admettent deux époques glaciaires, d'autres une seule. Ce dernier avis me paraît le plus certain ; mais il faut admettre, ce qui est très-naturel, d'ailleurs, que les glaciers ont pu avoir un temps d'arrêt et quelques oscillations au sortir du massif des Alpes, de telle sorte que, l'action torrentielle restant indépendante, des couches de graviers, sables, limons et même de lignites, ont pu s'intercaler, avec une faune sensiblement distincte, entre deux dépôts nettement glaciaires.

Dans le Jura, on n'a pas encore pu distinguer ces diverses phases de l'époque glaciaire. Quoiqu'il en soit, ce premier plateau du Jura, dans lequel est creusée la vallée de Baume, est couvert de matériaux remaniés que je considère comme des dépôts glaciaires, et cette localité est une de celles auxquelles je faisais allusion lorsque je disais (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XV, p. 334, 1858) qu'en dehors de la limite sinueuse des grands glaciers, passant par les chaînes de la rive droite de l'Ain (chaîne de l'Euthe, fig. 4), on trouvait des traces de petits glaciers isolés, permanents ou temporaires, dont la vie n'a été souvent qu'une continuelle agonie.

Le grand massif du mont Jura, qui est au delà du cours de l'Ain, a été couvert de glaciers contenus dans un immense bassin d'alimentation penchant à l'ouest dans la vallée de l'Ain, où sont de larges moraines latérales ou frontales, arquées ou concentriques, plus ou moins démantelées par les torrents glaciaires et par le cours de l'Ain. Une de ces moraines est sur notre coupe (fig. 4) ; elle entoure l'issue du lac de Chalin et vient s'appuyer contre la chaîne de l'Euthe, avec cette particularité remarquable, que les matériaux erratiques pris sur le flanc oolitique de la chaîne s'intercalent en plusieurs endroits sous la masse erratique venue de l'est et presque uniquement formée de matériaux oxfordiens et coralliens, la caractéristique de tous ces dépôts étant, comme d'ordinaire, la boue, les blocs, les stries. Il y a ici quelque chose d'analogue à ce qui existe sur le revers du haut Jura, où des matériaux erratiques purement calcaires s'intercalent sous les dépôts alpins.

Or, s'il y a eu des glaciers sur le revers oriental de la chaîne de l'Euthe (fig. 4), il a pu y en avoir aussi sur le revers occidental,

et le plateau qui fait suite leur a naturellement servi d'écoulement. Il y a, en effet, de nombreux lambeaux d'erratique jusque sur le bord de la falaise, et ils consistent en fragments calcaires de diverses grosseurs, plus ou moins usés ou anguleux, provenant presque exclusivement des roches de l'oolite inférieure, épars dans une boue à la fois calcaire, ocreuse, argileuse, fournie en grande partie par les antiques résidus de la décomposition spontanée des calcaires ferrugineux de l'oolite. Les stries se retrouvent ici comme ailleurs, quelquefois même sur la roche en place. Une chose importante à signaler, c'est que ces dépôts de transport ne sont pas là où ils devraient être si le véhicule eût été exclusivement torrentiel. Il faut dire aussi que les cailloux roulés, elliptiques, qu'ils renferment sur certains points, ont pu être ainsi préparés par des cours d'eau bien avant l'époque quaternaire. Au pied de la falaise jurassique, au devant des échancrures, à Lons-le-Saunier, Poligny, Arbois, les matériaux sont naturellement plus roulés, et il y a de puissantes nappes de graviers lavés et arrangés de telle façon que si les glaciers ne sont pas descendus jusque sur la Bresse pour y former des moraines de fond, c'est cependant à l'époque glaciaire qu'il faut rapporter la formation de ces nappes caillouteuses, qui se prolongent en traînées de plus en plus sableuses le long des cours d'eau de la Bresse.

La cause des anciens glaciers, quelle qu'elle soit, n'a pas agi brusquement, ni par une progression continue. Sans chercher à creuser le mystère, on peut admettre qu'à l'époque initiale glaciaire la Bresse a été plus ou moins inondée, tandis que les glaciers naissaient sur les plus hautes sommités du Jura. Alors le premier gradin du Jura n'aurait-il pas servi de refuge aux animaux de la plaine et à ceux de la montagne? Cela ne veut pas dire qu'ils y aient vécu en bonne intelligence, au contraire; le carnage, le froid et les intempéries ont dû joncher le sol des ossements de toute la collection des animaux vivant alors dans la contrée. Cela a duré plus ou moins de temps. L'action torrentielle progressant en même temps que les glaciers, on conçoit que les matériaux meubles du plateau, mêlés d'ossements, aient été entraînés sur les déclivités et en particulier dans la vallée de Baume, une partie s'arrêtant dans la grotte alors déjà largement béante. Ainsi s'expliquent à la fois et cet étrange assemblage d'animaux antagonistes dans un seul et même dépôt de transport, et cette existence d'anciens glaciers sur le Jura, encore contestée.

Comme conclusion, on peut donc dire que la géognosie domine ici la paléontologie, et que la faune de la grotte, quelle qu'elle

soit par les fouilles ultérieures, ne pourra être qu'une *faune limite* entre la fin de l'époque tertiaire et le commencement de l'époque quaternaire.

Je terminerai par un mot au sujet de la couche argileuse jaunâtre, dans laquelle on n'a encore trouvé aucun fossile et qui est placée entre la roche et le dépôt caillouteux à ossements. On sait que dans toutes les grottes ouvertes dans les roches calcaires, les suintements de la voûte déposent des résidus argileux, ocreux, sableux. Mais ce n'est pas là, paraît-il, l'origine de la couche en question. Il serait plus naturel de l'attribuer aux premières fluctuations d'eaux troubles de l'époque quaternaire et au remaniement des résidus argilo-ferrugineux résultant de la décomposition spontanée des roches de l'oolite, résidus très-abondants sur le plateau qui domine la grotte et visiblement déjà formés avant l'arrivée des dépôts glaciaires, car ceux-ci les recouvrent en bien des endroits.

Quant au conglomérat ferrugineux qui sépare heureusement et nettement les ossements des poteries antiques et autres objets archéologiques, il forme une couche si mince, qu'on ne peut que l'attribuer à une incrustation superficielle de la masse caillouteuse à ossements par la continuité des suintements de la voûte.

Enfin, si l'on ajoute la considération que la couche superficielle à poteries est encore en voie de formation par ces mêmes suintements de la voûte, par l'accumulation séculaire des poussières, des feuilles et menus débris de végétaux, on aura une explication complète et naturelle de la grotte de Baume, qui offre un ensemble de particularités qu'on n'avait encore rencontré nulle part, résumant sur un seul point toutes les phases de la dernière époque géologique.

Séance du 28 mai 1865.

PRÉSIDENCE DE M. ÉD. COLLOMB, *vice-president*.

M. Alf. Caillaux, 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.

BOUTINY (Ch. DE), à Hyères (Var); présenté par MM. N. de Mercey et Dieulafait :

KOENEN (A. DE), docteur ès sciences, Dorotheen-Strasse, n° 47, à Berlin (Prusse); présenté par MM. Deshayes et Sæmann;

MICHALOWSKI, rue de Vaugirard,..., à Paris; présenté par MM. Ch. Sainte-Claire Deville et P. Michelot.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J. Barrande, *Système silurien du centre de la Bohême*, in-4, 1^{re} partie: *Recherches paléontologiques*, vol. II. — *Céphalopodes*, 2^e sér., pl. 108 et 244, 1866; chez l'auteur et éditeur; Prague et Paris.

De la part de M. Alexandre Cialdi, *Les ports-canaux*, in-8, 42 p., 1 pl.; Rome, 1866.

De la part de M. Ch. Des Moulins :

1^o *Excursion de la Société Linnéenne à Monségur (Gironde)*, in-8, 6 p.; Bordeaux, 1865; Lafargue.

2^o *Étude sur les cailloux roulés de la Dordogne* (1865), in-8, 60 p.; Bordeaux, 1866; chez Coderc et C^{ie}.

De la part de M. J. Lefort, *Analyse chimique de l'eau de la mer Rouge*, par MM. J. Robinet et J. Lefort, in-8, 6 p.; chez Tunot et C^{ie}.

De la part de M. Jules Martin, *Du terrain tertiaire de la gare de Dijon, ou fragment pour servir à l'histoire des fossiles de la Côte-d'Or*, in-8, 31 p., 2 pl., Dijon, 1865; chez J. E. Rabutôt.

De la part de M. C. Vogt, *Lettre à M. B. Gastaldi, Su alcuni antichi cranii umani rinvenuti in Italia*, in-8, 15 p.; Turin, 1866.

De la part de M. A. Winchell :

1^o *Enumeration of fossils collected in Niagara limestone at Chicago, Illinois, with description of several new species*, in-4, 35 p., 2 pl.; Cambridge, 1865.

2^o *Descriptions of new species of fossils, from the Marshall Group of Michigan...*, in-8, 24 p., 1865.

3^o *Some indications of a northward transportation of drift*

materials in the lower peninsula of Michigan, in-8, 8 p.; 1865.

De la part de M. G. Guiscardi :

1° *Sul livello del mare nel golfo di Pozzuoli*, in-4, 4 p.; Naples, 1865.

2° *Sul genere Aturia* (Bronn), in-4°, 5 p.; Naples, 1865.

3° *Sulla età degli scisti calcarei di Castellammare*, in-4, 4 p.; Naples, 1866.

De la part de M. Malaise :

1° *Note sur quelques fossiles du massif silurien du Brabant*, in-8, 6 p.; Bruxelles, 1865.

2° *Sur les silex ouvrés de Spiennes*, in-8, 15 p., 3 pl.; Bruxelles, 1866; chez M. Hayez.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{re} sem., t. LXII, n° 19 et 21; in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XII, 1865. — *Comptes rendus des séances*, 5. = t. XIII, 1866. — *Revue bibliographique*, B; in-8.

Bulletin des séances de la Société I. et centrale d'agriculture, mars et avril 1866; in-8.

L'Institut, nos 1688 à 1690; 1866; in-4.

Annales de la Société d'Agriculture, etc. du département d'Indre-et-Loire, année 1865 et janvier 1866; in-8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, mars et avril 1866; in-8.

Bulletin de la Société de l'Industrie minière (Saint-Étienne), juillet, août et septembre 1865; in-8.

The Athenæum, nos 2011 à 2013; 1866; in-4.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, août à octobre 1865; in-8.

Memoire della R. Accademia delle scienze di Torino, in-4, 2^e sér., t. XXI, 1864.

Revista minera, 15 mai 1866; in-8.

The American Journal of science and arts, by Silliman, mai 1866, in-8.

M. le Président annonce la mort très-regrettable d'un des membres de la Société, M. Giorgio Jan, professeur de botanique

à l'Université de Parme, l'un des fondateurs du musée de Milan.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Ch. Martins :

Sur les roches éruptives du bassin houiller de Commentry (Allier); par M. Ch. Martins. (Lettre au Président de la Société géologique de France.)

J'ai lu avec d'autant plus d'intérêt la note de M. Gruner sur une roche trappéenne éruptive de la période houillère, présentée à la Société dans la séance du 20 novembre dernier, que l'auteur y mentionne fréquemment le bassin de Commentry (Allier), sur lequel j'ai publié il y a quinze ans, une petite note (1), qui a échappé probablement à son attention. Je le regrette, car il aurait pu ajouter à la liste des roches éruptives des bassins houillers celle que j'ai trouvée dans les mines de Commentry, au fond de la galerie de Saint-Edmond, sous 60 mètres de houille. La pesanteur spécifique de cette roche était de 2,58 ; son collègue Ébelmen, de regrettable mémoire, avait bien voulu, à ma sollicitation, en faire l'analyse, et y avait reconnu une *domite altérée*. Au contact de la roche, la houille était formée de prismes, ayant 4 à 6 centimètres de hauteur et convertis en anthracite (2) comme M. Jacquelain s'en est assuré par l'analyse. La roche était donc bien éruptive, malgré sa blancheur, sa mollesse et son apparence terreuse. M. Gruner aurait vu aussi que je n'avais pas, à l'exemple de M. Boulanger (3), confondu, sous le nom de *dioritine*, le pépérino du ruisseau de la Banne et la roche micacée verte du château de Ferrières que j'avais désignée sous le nom de porphyre pétro-siliceux micacé.

Peut-être encore M. Gruner aurait-il hésité, après la lecture de ma petite note, à adopter l'opinion de M. Boulanger, qui considère les basanites et les spilites de Sainte-Agathe, comme déposées par les eaux et comme provenant du basalte de Cerclier. Enfin, je suis heureux de m'être rencontré d'avance avec M. Gruner, en distinguant plusieurs époques pour ces roches éruptives du bassin houiller de Commentry, dont deux appartenant à l'âge

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. VIII, p. 43, séance du 4 novembre 1850.

(2) Voy. la figure *l. c.*, p. 20.

(3) *Statistique géologique de l'Allier*, p. 87.

du dépôt de la houille. Mais je pense qu'il faut y ajouter deux roches postérieures à ce dépôt : 1^o la domite décomposée de la galerie de Saint-Edmond qui correspond à l'époque des puits domitiques des environs de Clermont, et se trouve précisément sur l'alignement des puits de Dôme et de Chopine et des autres puits domitiques de l'Auvergne dont la direction est du S. S. E. au N. N. O. (1); 2^o les protubérances basaltiques de Cerclier, les spilites de Sainte-Agathe et le pépérino de la Banne qui sont contemporains des coulées basaltiques de l'Auvergne, auxquelles ils se relieut par les phénomènes des environs de Menat.

J'ai déposé au Muséum d'histoire naturelle de Paris un grand échantillon de la roche domitique de Commentry, avec la houille métamorphisée qui est en contact avec elle. Si M. Gruner veut soumettre cette roche à une nouvelle étude, je serai charmé de mettre un autre échantillon à sa disposition.

M. Gruner, en réponse à cette lettre, fait les observations suivantes :

La note de M. Martins m'avait, en effet, complètement échappé, et je le regrette vivement. J'aurais certainement rappelé les faits que cite notre confrère, et en particulier la circonstance que la *dioritine* de Boulanger ne contient pas d'amphibole. Mais aussi j'aurais été obligé de combattre plusieurs des conclusions de M. Martins.

Je ferai observer d'abord qu'à la suite de sa communication, et après l'inspection des échantillons produits, MM. Rivière et Ch. Deville n'ont pu reconnaître la roche de Commentry comme une *domite*. Je suis, en effet, convaincu, d'après l'analyse même, et surtout d'après la forte proportion d'eau que renferme la roche, qu'elle est tout à fait identique avec le *trapp blanc* d'Ahun et le *white trapprock* du Staffordshire (2).

Les autres roches que cite M. Martins rentrent aussi toutes dans la classe des trapps plus ou moins modifiés. — La roche brune

(1) Voy. Lecoq, *Le mont Dore et ses environs*, p. 90.

(2) Depuis que ces lignes ont été écrites, M. Martins a eu la bonté de m'adresser un échantillon de la roche en question avec la houille modifiée au contact. J'ai pu me convaincre ainsi que l'identité de ces roches est complète. Celle de Commentry, comme celle d'Ahun est une roche éruptive de l'époque houillère, et non une domite de la période tertiaire.

micacée, située au pied de la butte de Cerclier, le pépérino du ruisseau de Banne, la roche volcanique décomposée de Saint-Frons, sont de simples *wackes*, comme toutes celles que j'ai citées, et n'ont absolument rien de commun avec les basaltes proprement dits.

La roche qui est au *sommet* du coteau de Cerclier ressemble davantage aux basaltes, mais ne renferme pas de péridot. Elle est tout à fait semblable à celle qui forme le piton si connu des environs de Dudley (Staffordshire) dans le terrain houiller. Les géologues anglais l'appellent *basalte*, mais reconnaissent néanmoins qu'elle est de l'âge des trapps houillers, et non un véritable basalte de la période tertiaire.

Quant à l'origine de ces roches, je n'admets nullement qu'elle soit *aqueuse*, comme semble le croire M. Martins. — J'ai dit seulement (page 116) que Boulanger a retrouvé des fragments de ces roches, en blocs roulés, à la base du trias voisin; et j'ai cité ce passage à l'appui de mon opinion sur l'âge de ces roches.

En résumé, je demeure convaincu que les roches en question appartiennent toutes à la classe des trapps de la période carbonifère; et je dois ajouter que, si le granite porphyroïde a relevé les couches houillères de Commentry, il n'est pas exact de dire que ce granite soit *postérieur* au dépôt du terrain houiller. Son éruption est évidemment *antérieure*, mais il fut soulevé de nouveau, à l'état *solide*, après le dépôt du terrain houiller.

M. Éd. Lartet met sous les yeux de la Société une portion de mâchoire de Rhinocéros et d'autres restes fossiles de mammifères envoyés par M. Delfortrie, juge de paix à Monségur, arrondissement de la Réole (Gironde).

La mâchoire de Rhinocéros provenant d'une assise de sable marin, supérieure au calcaire à Astéries de la Gironde (horizon des sables de Fontainebleau), a été reconnue identique avec le *Rhinoceros (Badactherium, Croizet) latidens* trouvé dans le grès de Vodable (Puy-de-Dôme) par l'abbé Croizet.

Les autres débris, tous recueillis dans le calcaire à Astéries sous-jacent, consistent :

1° En un fragment de dent molaire, une omoplate et une portion de côte rapportables à un mammifère marin de la famille des Siréniens;

2° Une molaire supérieure (la première vraie molaire de

gauche) d'anthracothérien de forme très-rapprochée, sinon identique avec la dent homologue dans le *Hypotamius* (*Rothriodon*, Aim.) *leptorhynchus*, de Ronzon, près le Puy en Velay;

3° Une molaire supérieure gauche de paléothérien pouvant se rapporter à l'une des espèces de *Paloplotherium* signalées dans le même calcaire de Ronzon;

4° Deux fragments de molaires supérieures de Rhinocéros d'espèces indéterminables par l'insuffisance des échantillons, qui indiquent cependant deux individus de taille très-différente.

D'autres échantillons, joints à cet envoi, d'un calcaire d'eau douce sous-jacent au calcaire à Astéries, renferment quelques moules de Limnées que M. Fischer, préparateur de la chaire de paléontologie au Muséum, a reconnus se rapprocher des formes de la *Limnæa girondica*, Noulet, mais sans y retrouver un faciès d'identité spécifique.

L'association ainsi constatée dans le calcaire à Astéries de la Gironde des restes de Rhinocéros avec un paléothérien et un Hypotame d'espèces analogues à celles observées dans le calcaire lacustre de Ronzon (Haute-Loire), on se trouve conduit à supposer des relations de synchronisme entre la formation marine du bassin inférieur de la Garonne et le dépôt d'eau douce du Velay. Ces mêmes relations pourraient s'étendre aux couches de Hempstead, dans l'île de Wight, où ont été trouvées deux espèces d'Hypotames et aussi, comme vient de nous l'apprendre M. Albert Gaudry, des restes d'un paléothérien du sous-genre *Paloplotherium*. Peut-être trouvera-t-on, au moyen d'identités paléontologiques analogues, à faire le même rapprochement avec d'autres gisements, en Suisse et en France, entre autres celui de Bournoncle Saint-Pierre (Haute-Loire), où M. Bravard avait recueilli des ossements d'un paléothérien associés avec une mâchoire de Rhinocéros (*R. brivatensis*, Brav.).

M. Lartet prend occasion de cette communication pour rappeler que certains types de mammifères envisagés d'ordinaire comme caractérisant respectivement des étages tertiaires distincts n'y sont cependant pas rigoureusement limités. Ainsi, des paléothériens que l'on voit à Hordwell, dans le Hampshire, en Angleterre, descendre jusqu'au niveau des sables de Beau-

champ, se retrouvent à l'île de Wight, dans les couches de Hempstead, acceptées aujourd'hui comme rentrant dans l'horizon des sables de Fontainebleau. En France, ces mêmes paléothériens, après avoir traversé l'étage du gypse parisien, reparaissent, dans le bassin inférieur de la Garonne, au niveau des sables de Fontainebleau (calcaire à Astéries), et aussi dans le miocène d'eau douce de Ronzon, de Bournoncle Saint-Pierre (Haute-Loire) et autres localités. D'un autre côté, les anthra-cothériens, dont quelques-uns ont été cités dans des dépôts éocènes, remontent ensuite toute la série des divisions de l'étage miocène, et certaines de leurs espèces paraissent même être représentées dans des faunes plus ou moins consécutives, mais très-distinctes d'ailleurs dans leur *faciès* général.

M. Lartet met ensuite sous les yeux de la Société des restes de deux Siréniens fossiles d'espèces nouvelles, trouvés également dans le bassin de la Garonne, l'un par M. Capgrand, pharmacien à Sos (Lot-et-Garonne) et l'autre à Garein près Astaffort, même département, par M. Alfr. Caillaux, secrétaire actuel de la Société géologique. Ces pièces communiquées feront le sujet d'une note subséquente.

M. Gervais émet quelques doutes au sujet des assimilations proposées par M. Lartet et il avoue s'en tenir, au moins provisoirement, aux horizons qu'il a précédemment indiqués dans son ouvrage sur la *Paléontologie française*.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Rusconi :

Monticelli, 49 mai 1866.

J'ai trouvé dans la campagne romaine une antique station humaine. Elle est la première que l'on ait reconnue dans nos pays. Le terrain où elle se trouve appartient à la série des terrains post-pliocènes antérieurs au dépôt des tufs volcaniques. J'espère en donner une description aussitôt que j'en aurai achevé l'étude qui se trouve en ce moment suspendue par la présence des récoltes.

Je prévois que nos terrains post-pliocènes aideront beaucoup à déterminer l'âge relatif des dépôts qui renferment des restes ou des débris humains, partout où ils se rencontreront. Nous avons ici la

série tout entière de ces terrains, et il a été possible d'en établir l'ordre de superposition dans la plupart des lieux où ils ont été observés. — Il deviendra donc facile de comparer à nos terrains post-pliocènes tous ceux qui renferment des os fossiles humains. L'homme n'est certainement pas pliocène, et, par conséquent, sa première apparition est resserrée dans les limites du post-pliocène.

M. G. de Mortillet exprime le désir que M. Rusconi veuille bien donner aussi promptement que possible des détails sur cette découverte, en même temps que sur celle dont il a donné connaissance à la Société en 1864.

M. d'Archiac communique la note suivante de M. Noguès :

Sur les roches amphiboliques des Pyrénées, connues sous le nom impropre d'ophites; par M. A. F. Noguès, professeur d'histoire naturelle à Lyon (extr. d'un mémoire sur les ophites des Pyrénées).

La note que M. Virlet d'Aoust a publiée sur les ophites des Pyrénées m'a engagé à écrire ce mémoire (1).

Pour Dufrénoy l'ophite est une roche éruptive qui est venue au jour à une époque comprise entre les terrains tertiaires les plus modernes et les terrains d'alluvion du commencement de l'époque actuelle. Son action s'est fait sentir suivant les lignes qui courent E., 48° N. à O., 48° S.

M. Virlet pense que l'ophite est une roche sédimentaire appartenant au trias; elle constitue selon cet observateur, avec les marnes irisées, gypseuses et salifères, qui la recouvrent, un étage bien caractérisé, équivalent du muschelkalk.

Dans cette note, nous réfutons à la fois l'hypothèse déjà ancienne de Dufrénoy sur l'époque du soulèvement de l'ophite et celle toute récente de M. Virlet, sur son origine sédimentaire, hypothèse qui n'est du reste qu'une variante de celle de Palasou et de J. de Charpentier. Je ne donnerai que les résultats de mes recherches; les preuves *in extenso* se trouvent dans le mémoire dont cette note n'est qu'un extrait.

Nous démontrerons :

1° Que l'ophite est une roche éruptive, et non une roche sédimentaire métamorphique;

(1) *Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, t. LVII, p. 332.

2° Qu'elle n'est pas un membre de la série du trias ;

3° Qu'il y a eu plusieurs époques d'éruptions ophitiques antérieures au terrain tertiaire ;

4° Que l'ophite est une roche complexe, qui se rapporte à plusieurs types connus : diorite, amphibolite, lherzolite, porphyre, spilite, par conséquent, qu'il y a lieu de diviser en groupes distincts ce que l'on appelle communément ophite.

Ophites des Pyrénées-occidentales et des Landes. — L'ophite et les roches qui l'accompagnent habituellement, telles que le gypse, les marnes gypseuses ou ferrugineuses, les calcaires dolomitiques, se rencontrent non-seulement dans les Pyrénées proprement dites, mais aussi dans les pays adjacents, à une distance considérable de la chaîne, comme dans les Landes, les Basses-Pyrénées et les Corbières.

Palassou a décrit les nombreux dépôts d'ophites qui se trouvent dans le département des Landes. Cette roche abonde surtout dans les environs de Dax, accompagnée de gypse et d'argile ferrugineuse.

Sur la côte de Bayonne, à Biarritz, l'ophite forme un petit rocher situé en avant de la falaise nummulitique. Cette roche est d'un beau vert, à cassure raboteuse et d'une grande ténacité ; elle est entourée de brèches ou cargneules magnésiennes, noirâtres, traversées par de petits filets de gypse cristallisé.

Au sud-est du village de Sainte-Marie-de-Gosse, près de l'Adour,affleure un petit monticule conique d'un ophite compacte, grenu, verdâtre dont les fissures sont quelquefois tapissées de cristaux aciculaires d'épidote ; au pied de la colline se montrent des argiles crétacées, grisâtres, avec lames cristallines de gypse.

Les environs de la petite ville de Dax sont percés par un certain nombre de buttes d'ophites, en monticules arrondis qui portent dans le pays les noms de Puy, Pouy ou Poug : tels sont le Pouy-d'Euse, le Pouy-d'Arzet, le Poug de Mont-Péroux.

Le Pouy-d'Euse est composé d'un ophite grenu, noir-verdâtre, se délitant ordinairement en grosses boules à écailles concentriques et se décomposant en argiles jaunâtres, terreuses. L'ophite du Pouy-d'Arzet est aussi grenu, verdâtre et souvent altéré ; il se délite en écailles concentriques et en argiles jaunâtres, à veines talqueuses. Au pied de ces monticules se trouvent des amas de dolomies rougeâtres, saccharoïdes, crétacées ; sur les flancs mêmes s'appuient des lambeaux de calcaires un peu magnésiens, avec empreintes de fucoïdes.

Le Poug de Mont-Péroux est formé par un schiste talqueux,

verdâtre, que recouvrent des dolomies crétacées et des calcaires de la craie supérieure; sur ses flancs, on trouve des blocs d'ophite très-altérés, d'un gris verdâtre, à cavités remplies de fer oligiste lamelleux, passant fréquemment à l'état de fer hydroxydé (1).

Aux environs de Sallies, l'ophite se montre sur plusieurs points; il affecte des caractères différents de ceux que prend la roche pyrogène des environs de Dax. Ainsi à Caresse, l'ophite est principalement formé d'amphibole noire; au sud-est de Sallies, il devient granitoïde ou compacte. M. Delbos cite encore d'autres gîtes d'ophite à Hon, près de Gaujac, à l'ouest de Rébenac, sur la route d'Oleron. Palassou et de Charpentier ont fait connaître les gisements de Gottein, au sud de Mauléon, de Herrère, Ogers et Sévignac. M. Delbos attribue à l'apparition de l'ophite l'origine de quelques substances minérales, telles que soufre, arragonite, fer oligiste, bitumes, sources thermales salées et sulfureuses. L'ophite se montre fréquemment vers l'entrée de la vallée d'Ossau et dans la vallée d'Aspe. On rencontre dans le large bassin de Bedous une énorme masse d'ophite offrant plusieurs monticules coniques auprès des villages d'Atas et d'Osse.

M. Descloizeaux a signalé la présence de la lherzolite dans les Basses-Pyrénées, aux environs des Eaux-Bonnes.

M. de Verneuil a signalé de nombreux pointements d'ophite au milieu des trias sur le versant espagnol des Pyrénées. Dufrénoy avait déjà cité quelques gîtes de cette roche éruptive à l'extrémité occidentale de la chaîne.

Ophite des Pyrénées centrales. — L'ophite forme habituellement dans les Pyrénées des buttes ou monticules isolés, aplatis, tantôt coniques, tantôt allongés, et terminés par un plateau ou par une crête arrondie. La pente de leurs flancs a une inclinaison très-variable; en général, elle est douce et rarement interrompue par des escarpements un peu considérables.

L'ophite se trouve, ou dans les plaines, ou dans les collines situées au pied des Pyrénées, ou dans les vallées. Quelquefois, cette roche s'étend de la vallée principale dans les gorges qui y aboutissent; cependant il existe des éruptions ophitiques au centre de la chaîne, comme les gîtes de Sarreau, du col de Plan, etc., etc.

L'ophite est généralement accompagné d'une marné ou argile ferrugineuse et de gypse. Cette argile est tantôt friable, tantôt endurcie, tantôt schisteuse ou sablonneuse; le plus souvent sa

(1) J. Delbos, *Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour*, 1854.

couleur est rouge brique, quelquefois gris jaunâtre ou verdâtre, parfois même bleuâtre; ces différentes nuances sont quelquefois mélangées et donnent à l'argile une apparence bigarrée ou bariolée.

Le gypse qui accompagne l'ophite est aussi de couleur variable, quelquefois d'un beau rouge de brique, mais le plus souvent d'un blanc grisâtre ou jaunâtre, ordinairement grenu, à petits grains saccharoïdes, quelquefois fibreux, rarement compacte, quelquefois très-pur, le plus souvent mélangé d'argile en quantité très-variable.

La stratification y est fort peu distincte, et presque toujours irrégulière et contournée. Il renferme, en général, des cristaux de quartz bi-prismé (prisme hexagonal, surmonté sur chaque base d'une pyramide à six faces).

Le calcaire qui, avec le gypse et l'argile, accompagne quelquefois l'ophite, est cristallin et en partie dolomitique; au contact de la roche pyrogène, il est carié ou caverneux, ferrugineux ou ressemble à une cargneule.

Le sel gemme se trouve aussi dans le gypse ou les marnes gypseuses qui accompagnent l'ophite. Plusieurs sources plus ou moins salées se montrent dans le voisinage de cette roche, dans les départements de l'Ariège, des Landes, etc. Les sources salées sont aussi très-abondantes sur le versant espagnol des Pyrénées, surtout entre Jaca et Pampelune; elles sont accompagnées presque constamment de gypse, d'ophite et de dolomie, et sont situées dans des localités où les couches de terrain sont très-bouleversées.

Les marnes couleur lie de vin et maculées de différentes nuances, qui avoisinent les ophites, ont été souvent regardées comme représentant les marnes irisées du trias supérieur.

En 1862, quelques membres de la Société géologique, lors de la réunion extraordinaire à Saint-Gaudens, essayèrent de réveiller cette ancienne opinion, mais elle fut réfutée, au sein même de la Société (séance du 16 septembre 1862), par MM. Leymerie et Alb. Gaudry).

Tout préoccupé du succès de ses hypothèses, de son étage garumnien, de sa colonie crétacée, dans l'ardeur de sa réfutation, le Président de la session extraordinaire de 1862 émit quelques assertions hasardées touchant les gypses des Corbières, assertions que, du reste, nous réfutons dans notre mémoire.

L'ophite abonde dans la vallée de l'Ariège et de Sallat; on en trouve des dépôts importants entre Foix et Saint-Girons; les gisements les plus remarquables de la vallée de Sallat sont à Mont-

saunès, Salies, Bonrepaux, Mercenac, Taurignan. Les vallées de Castillon, de la Bellelongue, du Ger montrent des masses d'ophite ; le haut de cette dernière vallée présente des gîtes nombreux sur les flancs du Cagire et sur la rive droite du Ger.

L'ophite est plus rare dans la vallée de la Garonne ; dans la vallée du Campan, il existe près du Pont-de-Pouzac. La grande vallée de Barèges ne renferme de l'ophite qu'à son extrémité inférieure ; c'est la vallée d'Aspe qui contient le plus grand nombre de dépôts ophitiques. L'ophite forme encore de nombreux pointements dans les vallées de Soule, de Baigorry, de Sen, de Cinca dans le pays de Gize.

L'ophite et la lherzolite ont fréquemment percé les montagnes secondaires ; ces deux roches paraissent au jour en masses arrondies ou typhons, épanchements de matière pâteuse, qui n'a traversé que les montagnes peu élevées. L'ophite est beaucoup plus répandu que la lherzolite ; mais celle-ci atteint à des altitudes relativement considérables. C'est sur les flancs et au pied du Ger et du Cagire qu'on remarque les affleurements ophitiques les plus nombreux. Le gîte le plus étendu est entre Arguenos et Cozau-nons ; ceux situés au sud sont également importants ; les principaux sont à Eup et à Lez, près de Saint-Béat et au col de Mende, derrière Cagire.

La lherzolite ou pyroxénite (pyroxène en roche de J. de Charpentier) est une roche d'une apparence homogène, d'une texture grano-lamelleuse, qui, dans certains échantillons, passe à la texture schisteuse, d'une couleur ordinairement verte, brune ou grise ; du vert d'olive elle passe par de nombreuses nuances jusqu'au vert émeraude ; du gris verdâtre elle passe au brun rougeâtre et au jaune d'ocre.

La lherzolite montre des cavités où il existe des cristaux de pyroxène qui se fondent dans la pâte ; quelquefois elle présente une disposition lamellaire irrégulière, d'autres fois une nature légèrement fibreuse. Pour les minéralogistes, cette roche était, jusqu'au travail analytique de M. Damour, un pyroxène-diopside compacte. L'échantillon que j'ai sous les yeux, des environs de Vicdessos présente un certain éclat gras ; les cristaux qu'il contient se clivent parallèlement aux faces latérales d'un prisme rhomboïdal unoblique, ce qui lui donne une cassure lamelleuse à lames planes. Il raye le verre, mais faiblement ; sa couleur est d'un vert olive ; sa cassure est esquilleuse. Le pyroxène de la lherzolite se distingue de l'amphibole par son clivage qui dans ce

dernier minéral a lieu sous un angle de $124^{\circ} 1/2$, tandis que le pyroxène se clive sous l'angle $100^{\circ} 1/4$.

Les principaux dépôts de lherzolite dans les Pyrénées se trouvent : 1° dans les montagnes de la vallée de Vicdessos, département de l'Ariège ; 2° dans celle de Portes, entre la vallée du Ger et celle de Bellelongue au Vallongue, département de la Haute-Garonne ; 3° aux environs des Eaux-Bonnes, dans les Basses-Pyrénées.

Ophites des Corbières. — Les nombreux gisements d'ophite contenus dans les Corbières sont compris dans un triangle dont les sommets seraient Montredon, au nord, Notre-Dame-de-Faste à l'ouest, et Fitou à l'est. Ces roches forment dans la portion orientale du département de l'Aude une traînée dirigée du NN. E. au S. S. O. avec quelques écarts d'orientation de l'est à l'ouest. Dans le midi du département, la bande ophitique se dirige de l'est à l'ouest.

C'est sur le flanc des montagnes ou au fond des vallées qu'on trouve ordinairement les gîtes d'ophite ; on ne les rencontre pas sur les grandes hauteurs des Corbières. En général, ces roches pyrogènes percent le terrain jurassique ou sont recouverts par les dépôts de la craie. Les gisements à l'est d'Ornaisons, de Quillonet, de Treilles, de Lambert, de la Quille, de Frayssinelle, de la Plâtrière, de Sainte-Eugénie, sur le versant oriental de la chaîne de Font-Froide, de Roquefort de Treilles, de Fitou, sont dans les couches crétacées inférieures ou dans celles du lias ; ceux de Fontjoncouse, de Saint-Christol, de Gléon, de Villesèque, de Durban, de Castelmaure, de Saint-Jean-de-Barrou, dans le lias ; celui de Feuilla, dans le terrain de transition ; enfin ceux de Ségure, dans le terrain houiller.

Les ophites des Corbières se présentent aussi sous la forme de petites buttes mamelonnées, ou de petits monticules arrondis, liés entre eux. Souvent leurs affleurements sont très-peu étendus et ne présentent qu'une surface de quelques mètres carrés.

En général, les ophites des Corbières offrent la plus grande analogie avec l'ophite grossier de Palassou ; ils ont toujours un aspect mat, se divisent facilement en fragments polyédriques et renferment des amandes de différente nature.

Ces roches pyrogènes sont accompagnées de marnes rougeâtres ou bariolées et de grands amas de gypse fibreux, renfermant des cristaux de quartz bi-pyramidal. En général, l'ophite et le gypse sont mêlés ou confondus ; le premier renferme souvent de petites

masses arrondies d'oxyde de fer, de quartz cristallisé ; les couches de gypse, flexueuses, diversement colorées, renferment de nombreux cristaux de quartz cristallisé, de sulfure de fer, de sulfate de magnésie ; ces gypses forment plutôt des amas que de véritables couches ; ils paraissent s'être formés par l'action d'eaux chargées de sulfate de chaux.

Outre les gypses et les marnes gypseuses bariolées, on trouve au voisinage des ophites, des dolomies ou des calcaires magnésiens, régulièrement stratifiés, crétacés ou liasiques, les uns gris ou noirs, cristallins, toujours fétides, d'autres gris ou jaunâtres, terreux ou compactes et plus ou moins celluleux.

Les calcaires magnésiens en contact immédiat avec l'ophite doivent leur magnésie à une action ignée ; mais les grandes assises de calcaires magnésiens qui s'étendent si loin de l'éruption de l'ophite ont certainement une origine purement sédimentaire ; la présence de leur magnésie s'explique très-bien par la théorie de M. Cordier.

Les gypses des Corbières sont associés intimement à des marnes diversement colorées, rouges, violacées, jaunâtres, qui présentent tous les caractères physiques des marnes irisées du trias supérieur.

Mais ces marnes sont loin d'être triasiques, puisque sur certains endroits, comme par exemple à la métairie des Impériaux près de Narbonne, elles renferment des espèces fossiles du lias supérieur.

Les caractères minéralogiques des ophites des Corbières sont très-variés. En général, ce sont des amygdaloïdes de teinte très-différente, rouges, violacées, jaunâtres ou vertes, rarement compactes ; quelquefois ils présentent une apparence basaltoïde.

Les ophites du chaînon de Font-Froide n'ont pas une structure cristalline bien marquée ; ils présentent des variétés nombreuses de formes et de propriétés physiques.

L'ophite de Feuilla est d'un vert foncé, à cassure terreuse à grain fin, amygdalaire, avec des amygdales vertes ; l'amphibole y est souvent asbestoïde, et alors en agglomérations blanchâtres et satinées. Certaines amandes sont composées de cette amphibole, blanche ou blanc verdâtre à l'intérieur ; d'autres sont composées d'amphibole verte ou de feldspath.

Lorsqu'on arrive sur la position élevée de Treilles, si l'on suit le chemin qui conduit à Feuilla, on ne tarde pas à rencontrer dans le ravin qui passe entre deux collines élevées une roche feldspathique qui sort de dessous les schistes primaires et les coupe par de nombreux filons.

Lorsque des Patrières on se dirige vers Fitou, on traverse un

plateau de calcaire compacte et de rauchwacke traversé par l'ophite amygdalaire ; le gypse avec cristaux de quartz, amas de sulfate de magnésie et cristaux de pyrite, est adossé contre la base des couches sédimentaires où il semble former un dépôt adventif.

Bientôt on descend dans la gorge où se trouve situé le village ; on y rencontre une roche cristalline, blanchâtre, s'élevant à une vingtaine de mètres au dessus du niveau du ruisseau, formant le tertre qui porte l'église, et se continuant au delà, l'espace de 300 à 400 mètres.

Cette roche, parfaitement cristalline, est généralement grise ; elle se confond avec des roches blanches, feldspathiques, pénétrées de belles dendrites noires ; elle s'altère facilement et se réduit en sable plus ou moins grossier. Partout elle est surmontée de calcaires compactes qu'elle n'a pas traversés.

L'eurite granitoïde de Fitou, modification locale de la roche que nous avons signalée sur le chemin de Treilles à Feuilla, est composée en grande partie de feldspath oligoclase, quelquefois disposé en étoiles, d'un éclat un peu grisâtre, se rubéifiant par l'altération, puis d'un peu d'orthose, de quartz blanc jaunâtre, de mica noir foncé, d'un peu d'amphibole et de quelques grains de fer oxydulé.

Dans la vallée de la Berre et aux environs de Tuchan, on voit partout les ophites, le gypse et les marnes gypseuses régner au fond de la vallée et sortir de dessous les calcaires magnésiens et les marnes noires schisteuses du lias.

Au sud de Gléon, on trouve sur le bord du chemin une roche ophitique couleur lie de vin ou verte, avec des amandes vertes ou jaunes.

Aux environs de Villesèque, on voit une série de buttes ophitiques en forme de cônes ou de mamelons formées de roches amygdaloïdes, brunâtres ou verdâtres, ou de roches sédimentaires profondément altérées, sorte de rauchwacke à cassure terreuse, enveloppant une multitude de globules sphériques de calcaire blanc ou jaune, ferrifère. D'autres, à pâte d'un rouge brun ou gris-violacé, légèrement effervescentes, des roches ophitiques, verdâtres, à cassure terreuse, des masses scoriacées, brun rougeâtre, ou des calcaires marneux, se montrent encore autour de ces centres d'éruption disposés comme des cônes parasites au milieu d'un cratère. L'ensemble de tout le bassin houiller des environs de Ségure a été disloqué et bouleversé par l'éruption d'une roche pyrogène, qui se rattache minéralogiquement à une variété d'ophite ; cette roche d'éjection est différente du porphyre qu'on

observe aussi dans ce terrain et qui est d'une époque antérieure d'éjaculation.

Composition des ophites. — D'après M. Damour, la lherzolite constitue, non pas une seule espèce minérale, mais bien une roche composée de trois éléments distincts, savoir :

1° Le péridot-olivine, 2° un bi-silicate de magnésie et de protoxyde de fer, déjà connu sous le nom d'enstatite ; 3° un diopside en grains arrondis, de couleur vert émeraude. A ces trois espèces qui forment les éléments essentiels de la roche, on voit assez fréquemment associée une substance en très-petits grains qui paraît devoir être rapportée au spinelle chromifère.

Sur les échantillons examinés par M. Damour, le péridot-olivine entre pour les trois quarts au moins dans la constitution de la roche ; l'enstatite se montre en plus fortes proportions que le diopside.

La lherzolite est fréquemment mélangée d'une plus ou moins grande quantité de talc ; si ce minéral domine, il en résulte une roche qui ressemble à la serpentine (pseudo-serpentine de J. de Charpentier).

L'ophite du bassin de l'Adour est une roche assez mal définie quant à sa composition ; outre les éléments essentiels, elle renferme des minéraux accidentels, comme de la pyrite, de l'asbeste, de l'épidote, de la stilbite, du talc, du quartz, de l'oligiste, etc. Ses éléments essentiels sont le feldspath et une espèce minérale du groupe amphibolo-pyroxénique, les ophites des Landes ; les uns sont principalement composés de pyroxène et d'hypersthène (ophite de Poug-d'Euse et de saint-Pandelon) ; d'autres sont formés de pyroxène et d'amphibole (ophite de Biarritz), d'autres d'amphibole et de feldspath (ophite de Sallies et d'autres localités). En général, l'amphibole est très-abondant dans l'ophite ; le feldspath y est grenu au lieu d'être en cristaux lamelleux ; il est très-disséminé ; quelquefois même il n'est pas bien discernable à cause de la prédominance de l'amphibole. Ce feldspath de l'ophite appartient au sixième système cristallin ; il est à base de soude ; tantôt c'est de l'albite, tantôt de l'oligoclase ; il contient aussi un peu de chaux et passe au feldspath sodi-calcique. Aux environs de Dax et de Vittoria, l'ophite ne présente pas de lames d'amphibole bien prononcées ; on n'y voit plus de feldspath ; la roche est alors plutôt granulaire et esquilleuse que lamelleuse. Le minéral constituant de l'ophite ressemble alors beaucoup plus au pyroxène qu'à l'amphibole.

Si l'on compare cet ophite avec la lherzolite des Pyrénées cen-

trales, il est souvent impossible de les distinguer l'un de l'autre.

Les ophites des Pyrénées centrales (Ariège, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées) sont formés essentiellement d'amphibole, de pyroxènes et de feldspath sodique ou sodo-calcique. Ces roches présentent un nombre considérable de variétés, qui sont dues à des différences, soit dans les proportions de leurs éléments constitutifs, soit dans le mode de leur union, soit dans la grosseur des parties agrégées, soit dans leur couleur. Ces variétés éprouvent encore des modifications par les minéraux qui entrent accidentellement dans la composition de l'ophite. A l'exemple de J. de Charpentier, nous distinguerons trois variétés principales d'ophite, savoir : 1° l'ophite grenu, 2° l'ophite compacte, 3° l'ophite grossier.

L'ophite grenu est ordinairement à grains de moyenne grosseur ou à petits grains. L'amphibole (ou le pyroxène), en général d'un vert poireau très-foncé, parfois d'un vert clair, est lamelleux, d'un éclat vitreux un peu gras. Le feldspath sodo-calcique, d'un gris verdâtre compacte, est rarement lamelleux et se trouve en très-petite quantité ; cependant dans quelques variétés ce minéral est aussi abondant que l'amphibole (Pyrénées centrales).

L'ophite compacte est formé d'un mélange intime de feldspath compacte et d'amphibole ; sa couleur est d'un vert foncé, sa cassure compacte, esquilleuse, passant à la cassure inégale ou à la cassure grenue (Landes, Pyrénées, Corbières).

L'ophite grossier est d'un gris verdâtre, plus ou moins foncé, qui passe, par de nombreuses nuances, au brun jaunâtre, rougeâtre ou noirâtre ; sa cassure est compacte, inégale et terreuse. Il est souvent bulleux ; ses cavités sont remplies d'oxyde ferrique terreux ou tapissées d'un enduit drusique.

Cette variété est un mélange d'amphibole, de feldspath plus ou moins altéré, d'oxyde ferrique et d'argile (Corbières, Pyrénées).

Les ophites ne sont pas toujours amphiboliques ; dans quelques gîtes, le pyroxène remplace l'amphibole en tout ou en partie (salines d'Anona, Basses-Pyrénées, environs de Dax), en sorte qu'en réalité l'ophite et la lherzolite ont joué le même rôle et s'accompagnent l'un et l'autre.

Les ophites des Corbières nous offrent des variétés nombreuses ; ils sont composés de pyroxène ou d'amphibole et de feldspath sodo-calcique, fortement altéré dans quelques-unes de ces roches, de l'oxyde ferrique ; la plupart sont bulleuses et leurs cavités sont tapissées de quartz cristallisé ou d'un enduit drusique de cal-

caire. Outre ces minéraux constitutifs des ophites, on y trouve encore du mica en petites lames, de l'oligiste, etc.

Dans les Corbières, on connaît plusieurs variétés de roches cristallines ou pyroxènes, savoir : 1° les roches pyroxènes cristallisées, à feldspath compacte, lamellaire ou cristallin, eurite de Fitou, de Treilles, porphyre de Ségure.

2° Roches pyroxènes compactes ou finement grenues, comme certains ophites de Villesèque, Treilles, etc.

3° Roches pyrogènes amygdaloïdes avec amandes ou noyaux avellanaires de quartz, calcaire, hydroxyde de fer, chlorite, amphibole, etc. ; exemples : ophites de Gléon, de Treilles, de Ségure, etc.

L'eurite de Fitou est formée de quartz blanc jaunâtre, d'un peu de mica noir, d'un peu d'amphibole, répandu dans toute la masse de la roche d'une manière uniforme, en mouchetures noires, et de feldspath sodo-calciq (oligoclase) avec une certaine proportion d'orthose inégalement réparti dans toute la masse de la roche.

A Treilles, la même roche est presque entièrement feldspathique. Le feldspath y est compacte, grenu ou très-finement lamelleux, d'un blanc gris, mat, ayant une disposition à passer à la structure étoilée ; des cristaux ou des grumeaux de quartz, du mica et quelques cristaux d'amphibole se montrent dans la pâte feldspathique.

Le porphyre amygdaloïde de Ségure, qui a disloqué le terrain houiller des Corbières, est composé de quartz, de feldspath, de chlorite, d'un autre silicate vert de fer et de magnésie et d'un peu de calcaire.

Les variétés les moins altérées sont formées d'une pâte pétrosiliceuse de couleur gris verdâtre, plus ou moins foncé, ou de vert clair.

La pâte du porphyre amygdaloïde (analogue à celui d'Oberstein) est parsemée de plusieurs minéraux cristallisés, qui forment des amandes ou noyaux, qui peuvent quelquefois se détacher, surtout dans les parties les plus altérées. Le plus souvent ces amygdaloïdes sont formées de quartz à l'état d'agate, de calcédoine, et même de quartz hyalin et d'opale, rarement de calcaire.

Le petit bassin houiller de Ségure nous offre un porphyre pyroxénique composé de pyroxène vert noirâtre en nombreux petits cristaux lamelleux et de feldspath. Quelquefois aussi quelques rares cristaux de quartz se voient dans la pâte porphyroïde, qui fait une légère effervescence dans les acides, en donnant une réaction calciq avec l'oxalate ammonique. Les ophites

amygdaloïdes ou spilites sont très-nombreux dans les Corbières ; il y en a des gîtes à Fitou, Treilles, Gléon, Villesèque, Sainte-Eugénie, etc.

L'ophite qui se trouve à la colline de Treilles a une apparence porphyroïde ; sa pâte est en partie feldspathique, en partie pyroxénique, d'une couleur vert foncé ; elle passe à une masse terreuse d'une couleur gris verdâtre piquetée de mouches feldspathiques blanches et de quelques taches d'un vert de thé clair.

Les mêmes formes d'ophite se rencontrent aux environs de Villesèque ; on en trouve de réellement compactes, si finement cristallines, que les cristaux ne sont point apparents à l'œil nu. La couleur de la pâte de l'ophite de Gléon et de la plupart des gîtes de la chaîne de Font-Froide est le violet foncé, ou le violet vineux ; les amygdaloïdes, en général, sont vertes ou jaunes. La pâte est assez tendre pour se laisser entamer par une pointe d'acier ; elle est formée par du feldspath plus ou moins altéré et par un autre silicate, l'amphibole ou le pyroxène. En général, les noyaux sont creux et tapissés intérieurement d'une matière fibreuse, de la chlorite ou de l'épidote. Ces noyaux contiennent aussi de très-beaux cristaux de quartz hyalin et même de calcaire ou de l'arragonite.

Les amygdaloïdes lie de vin ou violettes ne font pas effervescence avec les acides, tandis que les amygdaloïdes jaunes font effervescence. En résumé, les ophites sont des roches verdâtres ou violacées composées de feldspath et d'amphibole ou de pyroxène, compactes, tenaces, sortes de porphyres amphiboliques ou pyroxéniques, dans lesquels l'amphibole masque le feldspath. On y distingue l'amphibole cristallisée, disséminée dans une pâte grenue, amphibolique ou amphibolo-feldspathique.

Les ophites sont des roches éruptives. — Les ophites sont des produits éruptifs généralement à structure cristalline, formés de substances tantôt en cristaux visibles, juxtaposés et enchevêtrés, tantôt en particules cristallines et microscopiques. Ils se présentent en masses non franchement stratifiées, ou s'intercalent dans les terrains stratifiés ; ils forment des filons, des typhons, des culots qui coupent les couches ; celles-ci à leur contact ont été plus ou moins modifiées.

Ces roches forment généralement des masses isolées ; elles se présentent, tantôt en monticules arrondis, en éminences coniques, tantôt en grandes masses tabulaires, en dykes ou en pitons saillants ; enfin, quelquefois ce sont des masses qui semblent avoir pénétré latéralement dans les plans de stratification des sédiments.

Ces roches ignées présentent fréquemment dans une même masse le passage d'une espèce à une autre ou même à plusieurs autres espèces ; elles passent par les diverses formes de lherzolite, de diorite, d'amphibolite, d'amygdaloïde, de spilite.

Les ophites ont tous les caractères des roches poussées de l'intérieur du sol, à un état pâteux plus ou moins avancé, à travers les terrains crétacé et jurassique ; ces roches paraissent avoir coulé sous l'eau ou être sorties de l'intérieur à l'état pâteux par de larges excavations. En certains points, elles paraissent occuper le centre d'un cratère de soulèvement (salines d'Anona, Villesèque).

Les ophites ont percé les couches sédimentaires qui se sont ouvertes en larges bouçonnères pour leur donner issue, comme on peut s'en convaincre en visitant les gîtes des environs de Fontjoncouse, de Gléon, Grange-Neuac, Fitou, Treilles. Aux plâtrières de Pitou, on voit clairement un filon d'ophite traverser le calcaire compacte.

Les Pyrénées proprement dites offrent de nombreux exemples de couches sédimentaires plus modernes que le trias, traversées, percées par des ophites.

M. Virlet a cru que les marnes bariolées qui accompagnent le gypse et les ophites dans les Pyrénées, les Landes et les Corbières sont les analogues stratigraphiques des marnes irisées du trias. De cette erreur, il en est résulté d'autres. Les marnes ou argiles bigarrées appartiennent au terrain de la craie ou au terrain jurassique. Elles ne recouvrent pas l'ophite, qui les perce, les a dérangées et relevées. Cette roche ignée a traversé, percé le grès bigarré déjà consolidé pour s'injecter entre les couches du terrain jurassique ou les percer en filons.

M. Virlet attache une certaine importance à la disposition stratiforme des ophites ; plusieurs causes peuvent leur avoir donné une structure en lames stratifiées, une pseudo-stratification. Du reste, des phénomènes analogues se manifestent dans d'autres contrées, surtout dans les Alpes où les diorites, les spilites, roches éruptives qui ont beaucoup de rapport avec les ophites, se montrent en filons-couches ou en masses ayant une apparence stratifiée. D'ailleurs il nous paraît improbable qu'une roche essentiellement composée de silicates, ne contenant qu'une très-faible proportion de calcaire, cependant intercalée au milieu de roches calcaires ou argileuses, puisse résulter de l'altération d'une partie de celles-ci. Comment s'expliquer aussi que des roches peu riches en alumine se soient justement formées par l'altération d'argile fortement chargée de cette substance ?

Les ophites présentent, il est vrai, une composition différente lorsqu'on examine les gîtes d'époques différentes; mais ceux qui sont d'un même âge géologique offrent une composition presque identique, bien entendu qu'ils montrent cependant des passages d'une espèce à une autre, comme toutes les roches éruptives les mieux caractérisées.

Ce que je dis des ophites des Pyrénées a été observé dans toutes les roches amphiboliques des Alpes qui ont tant de rapports de composition, d'âge et de position avec les ophites. Le diorite passe à l'aphanite, au spilite, à la variolite, celle-ci à l'euphotide et puis à la serpentine.

L'ophite a exercé des influences métamorphisantes sur les couches qu'elle a traversées ou percées. Dans les Pyrénées, les ophites sont probablement les causes ou une des causes de la transformation de certains calcaires en marbres ou calcaires saccharoïdes ou lamellaires. Dans certains gîtes, l'altération du calcaire a été moins profonde; la couche en contact avec la roche ignée est devenue bulleuse, caverneuse, s'est faiblement silicifiée ou feldspathisée, a pris du fer et parfois de la magnésie. Les argiles ont été transformées en marnes bariolées, ferrugineuses, avec pénétration de gypse et de quartz; elles se sont durcies, sont devenues schisteuses; parfois elles ont même pris une texture pseudo-prismatique, de telle sorte que la roche ignée se confond avec l'argile.

Au voisinage de l'ophite, on trouve du fer oligiste, de l'arragonite, du quartz bipyramidé, des zéolithes, telles que la stilbite, la préhnite; mais les minéraux silicatés restent dans la roche éruptive, tandis que le fer oligiste ou le fer hydraté-oxydé se voit à la fois dans l'ophite et à son voisinage.

M. Damour a cité deux roches évidemment éruptives, en tout semblables à la lherzolite des Pyrénées, à Beyssac et dans la vallée d'Alten.

Les diorites, les spilites, les amygdaloïdes du Dauphiné et de la Provence, roches éruptives, offrent les plus grandes analogies, la ressemblance la plus frappante avec les ophites des Corbières et des Pyrénées. Comme les ophites, ces roches passent par des transitions insensibles à des formes très-variées; elles sont, comme eux, composées :

1° D'une pâte feldspathique; 2° d'amphibole ou de pyroxène, 3° d'un silicate d'alumine, de magnésie et de fer hydraté, sorte de terre verte ou de chlorite; 4° de calcaire.

En outre, on rencontre dans les spilites comme dans les ophites,

de la silice à l'état de jaspe, de calcédoine, de quartz hyalin, de fer à l'état de sidérose ou d'oligiste, de l'épidote, etc.

En résumé, les ophites compactes et amygdaloïdes des Corbières et des Pyrénées nous offrent les plus grandes ressemblances pétrologiques, minéralogiques et chimiques avec les spilites et les roches pyroxéniques du Var. Ces roches éruptives de la Provence ressemblent tellement aux spilites du Dauphiné, qu'il est facile de les confondre les uns avec les autres. En outre, les spilites amygdaloïdes passent à des roches compactes, grenues, cristallines, avec pyroxène ou amphibole, ou même diallage, tout comme les ophites amygdalaires passent à l'ophite compacte, grenu, cristallin, au diorite et à la lherzolite.

Donc, les ophites, les diorites, les euphotides, les lherzolites, les spilites, les amygdaloïdes sont des roches éruptives d'un même groupe minéralogique et géologique.

Age de l'ophite. — L'opinion du savant Dufrénoy sur l'époque récente de l'ophite a été généralement adoptée par les géologues qui, depuis cet observateur, ont étudié la chaîne des Pyrénées, MM. de Collegno, Delbos, Crouzet et de Freycinet.

M. Cordier considérait les ophites des Pyrénées comme des roches pyrogènes de la période crétacée. Dès 1839, M. Lyell avait considéré l'ophite de Dax comme crétacé. M. d'Archiac, dans son mémoire sur les Corbières, admet aussi que les ophites ont surgi d'une manière sporadique, et qu'il y en a de divers âges. M. Leymerie admet aussi plusieurs époques d'éruption de l'ophite. M. Raulin a trouvé dans les Landes des preuves incontestables d'une apparition des ophites, antérieure aux faluns bleus de Sort et aux faluns jaunes de Saint-Paul ou de Bordeaux.

M. Élie de Beaumont est disposé à croire qu'il y a des ophites de divers âges. Enfin, j'ai apporté moi-même, dans cette question, mon contingent personnel d'observations.

Les ophites et la lherzolite ont percé, fortement disloqué et en partie métamorphosé les terrains jurassiques, crétacé et nummulitique.

M. Leymerie a signalé, à Miromont, près de Saint-Gaudens, des fragments d'ophite dans des conglomérats qui doivent remonter jusqu'à l'étage moyen du terrain jurassique.

En outre, les brèches à gros éléments de la craie inférieure renferment de larges fragments d'ophite; nous voyons aussi que les terrains crétacé supérieur et nummulitique sont percés et dérangés par cette roche; enfin, les strates miocéniques des Pyrénées

semblent n'avoir subi aucun dérangement considérable depuis leur dépôt dans le bassin sous-pyrénéen.

Dans les Corbières, les ophites ont percé les terrains jurassiques (Treilles, Fontjoncouse, Lambert, etc.) et le terrain crétacé (Fitou, Roquefort, etc.); mais nulle part ces roches n'ont affecté le terrain tertiaire lacustre de la chaîne de Font-Froide.

En résumé :

1° Dans le terrain houiller des Corbières, se trouvent deux roches pyrogènes différentes : l'une, qui a fait son éruption après le dépôt de la houille ; l'autre, qui est antérieure ou contemporaine de ce dépôt.

2° Les ophites ont fortement disloqué les terrains jurassique, crétacé et nummulitique. L'éruption de l'ophite dans sa limite inférieure serait contemporaine du lias ou du trias.

3° Il y a eu une longue période d'éruption ophitique, qui a commencé avec le lias ou le trias et a fini avec l'éocène inférieur.

4° Dans les Landes, les Pyrénées et les Corbières, il y a eu des éruptions d'ophite avant le dépôt de la craie inférieure de ces contrées.

5° Le terrain crétacé supérieur et le terrain nummulitique ont été disloqués et percés par l'ophite, ce qui donne une dernière époque d'éruption postérieure à la formation, dans la mer pyrénéenne, des sédiments nummulitiques.

6° Les terrains tertiaires postérieurs à l'éocène inférieur n'ont été nullement affectés par l'ophite ; par conséquent, l'éruption de cette roche ne dépasse pas dans sa limite supérieure l'éocène inférieur.

7° L'éruption ophitique peut bien se rattacher à la grande éruption serpentineuse qui a laissé de si profondes traces de ses effets dans toute la chaîne des Alpes, dans le plateau central de la France et même dans les Pyrénées.

Les bords de la Méditerranée semblent même avoir été le foyer de la plus grande intensité de ces éruptions de roches serpentineuses ou magnésiennes. En effet, elles se montrent, non-seulement sur le littoral français, mais surtout en Italie et en Afrique.

Division du magma ophitique en types connus. — Le nom d'ophite a été donné par divers géologues à des roches de composition différente, et qui, certainement, appartiennent à plusieurs espèces distinctes ; le nom d'ophite, dans les Pyrénées, s'applique à des roches si variées de forme et de composition, il désigne des choses

si disparates, si dissemblables, si hétérogènes, que personne ne défend plus aujourd'hui ce nom suranné d'ophite.

Si l'on ajoute encore aux différences si marquées que nous montrent les ophites sur divers points de leur gisement les différences qui distinguent les roches auxquelles les géologues ont donné ce nom, on aura un ensemble de raisons sérieuses pour rejeter définitivement et irrévocablement de la terminologie géologique le nom d'ophite appliqué si mal à propos par Palassou. Les roches désignées sous le nom d'ophites comprennent tous les passages du diorite aux spilites : ce sont donc des amphibolites, des diorites, des hypérites, des pyroxénites, des porphyres pyroxéniques, des eurites et des amygdaloïdes.

Nous rapportons au diorite les ophites de Pouzac, d'Uzer, de Mont-Mouné, de Rancié, Vicdessos, etc., partie des mêmes roches des Landes et des Corbières.

Dans quelques gîtes, les diorites passent à l'amphibolite (Rancié, Gave d'Oléron, etc., Feuilla); dans d'autres, ce sont des lherzolites ou pyroxénites (salines d'Anana, quelques gîtes des Landes, étang de Lherz, Corbières, etc.).

Les roches pyrogènes de la gorge de Fitou et du ravin de Treilles (Aude) sont des eurites avec amphibole; enfin les ophites de Gléon, Sainte-Eugénie, de Grange-Neuve et de presque tous les gîtes des Corbières sont des spilites bien caractérisés.

Les spilites sont des roches de passage, dans les Alpes comme dans les Pyrénées; ils se lient avec les roches cristallines, dont ils ne sont que des modifications physiques. Dans le Dauphiné, les spilites se lient aux diorites, aux euphotides et aux serpentines; dans les Pyrénées, ces mêmes roches se lient aux diorites, aux amphibolites et aux lherzolites compactes, grenues ou cristallines.

D'ailleurs, les spilites ne diffèrent des diorites, des hypérites, des porphyres, que par leur structure; ce sont les mêmes principes composants; mais leur structure est si différente de ces roches, qu'on n'a pu sans confusion les laisser avec elles.

Conclusions.

Nous avons suffisamment prouvé :

1° Que la roche complexe, si improprement désignée dans les Pyrénées sous le nom d'ophite, est une roche éruptive, et non une roche sédimentaire métamorphique.

3° Qu'elle n'est et ne peut constituer un membre de la série

triasique ; qu'elle ne représente ni le muschelkalk, ni aucun autre étage du trias.

3° Qu'il y a eu plusieurs époques d'éruption ophitique antérieures au terrain tertiaire, car les ophites ont fortement disloqué les terrains jurassique, créacé et nummulitique. L'éruption de l'ophite a commencé avec le lias ou le trias, et a fini avec l'éocène, car les terrains tertiaires qui lui sont postérieurs n'ont été nullement affectés par les roches dioritiques des Pyrénées.

4° Que l'ophite est une roche complexe qui se rapporte à plusieurs types connus : diorite, amphibolite, lherzolite, porphyre, eurite, spilite.

Le tableau suivant, résumé de tout ce qui précède, permet de voir d'un seul coup d'œil toutes les espèces de roches.

NOMS		PYRÉNÉES.	ALPES ET AUTRES LOCALITÉS.
A REJETER.	A DONNER.		
Ophite. . .	Diorite ou diabase.	Pyrénées centrales, Pyrénées de la Haute-Garonne, Ariège, Hautes-Pyrénées, Basses-Pyrénées, Pyrénées espagnoles, Landes, Corbières et Pouzac.	Alpes, Alpes du Dauphiné, Corèze, etc., Lyonnais, etc.
Ophite. . .	Amphibolite.	Aux environs du Gave d'Oléron, Pyrénées centrales, Corbières, Pouzac.	Alpes, Lyonnais, Var.
Lherzolite et ophite.	Lherzolite ou pyroxénite.	Étang de Lherz (Ariège), Basses-Pyrénées, Salines d'Anana, Landes.	Algérie, Mexique, Beyssac (Haute-Loire), Ulton (Tyrol), Toscane.
Ophite. . .	Porphyre ou pyroxénite.	Ségure, Tuchan (Aude)	Palatinat, Var.
Ophite. . .	Eurite.	Fitou, Treilles	Alpes, Plateau central lyonnais.
Ophite. . .	Spilite.	Gléon, Villesèque, Sainte-Eugénie, Grange-Neuve, Treilles, Fontjoncouse, etc., Ségure.	Alpes du Dauphiné, Var, Palatinat.

M. Hébert lit la lettre suivante de M. Lory :

Grenoble, 17 mai 1866.

Mon cher monsieur Hébert,

Vous m'avez demandé, le mois dernier, des renseignements sur les gisements des couches à poissons de Cirin et autres localités du Bugey et des couches à *Zamites Feneonis* de Morestel (Isère).

C'était rappeler mon attention sur des points intéressants, dont l'étude des Alpes m'avait depuis trop longtemps détourné, et j'ai dû chercher à me former par moi-même une opinion, après les idées contradictoires émises sur ce sujet et les discussions soulevées par le dernier mémoire d'Oppel.

Je vous ai dit dernièrement pour quels motifs il m'était impossible d'admettre les conclusions de ce mémoire au sujet des couches à *Terebratula diphya* de la Porte-de-France, et pourquoi je persistais à classer ces couches dans le groupe jurassique moyen, comme correspondant à l'*Oxford-clay* supérieur ou au *coral-rag* inférieur. Quant aux couches à poissons et à *Zamites* du Bugey et des environs de Morestel, leur gisement est tout autre ; l'exploration que je viens de faire, de concert avec M. Louis Pillet, nous porte à revenir à la première opinion émise par M. Itier, c'est-à-dire à classer ces couches dans l'étage *kimméridgien*.

Notre tournée a commencé par les environs d'Artemart et de Belley, où nous avons constaté de nouveau, comme je l'avais fait en 1849, l'existence constante de la *formation d'eau douce* qui sépare d'une manière si tranchée le terrain *néocomien* des terrains *jurassiques*. Je saisis cette occasion pour dire encore une fois que cette formation d'eau douce n'a aucune liaison avec les calcaires *néocomiens inférieurs* (autrement dits *valangiens*) qui la recouvrent et qui sont essentiellement de formation marine, même de *pleine mer*, dans cette partie du Jura ; au contraire, ce dépôt d'eau douce se lie étroitement avec les dernières assises jurassiques, qui sont manifestement des dépôts de lagunes ou de mers intérieures, épuisées par un exhaussement graduel de leur fond, tantôt sursaturées de sels, tantôt devenues simplement saumâtres, et toujours très-pauvres en débris d'animaux marins. L'assise de la *dolomie portlandienne*, reconnaissable par ses caractères minéralogiques spéciaux et parfaitement constants, dans tout le Jura, se montre constamment au-dessous de la formation d'eau douce. C'est, comme je l'ai fait voir autrefois, une preuve que la série jurassique est *complète*, comme dans cette partie méridionale du Bugey, comme dans toute la région comprise entre Belley, Bienne et les environs de Besançon et de Gray.

Les gisements explorés par nous au point de vue spécial qui nous préoccupait sont compris entre Belley et Morestel : ce sont ceux du lac d'Armaillé, de Cirin, de Creys (Isère) et de Morestel. Ils sont tous connus pour avoir fourni abondamment des empreintes de *Zamites Feneonis* et une faune plus ou moins variée de poissons fossiles. Les détails suivants établiront clairement, je l'espère,

1° qu'ils sont supérieurs à tous les calcaires de l'étage *corallien* bien caractérisé, même aux calcaires coralliens supérieurs aux Nérinées et *Diceras arietina*, contrairement à l'opinion de Thiolière (*Sur les gisements à Poissons fossiles du Bugey*, Lyon, 1850, p. 62 etsuiv.); 2° qu'ils contiennent, surtout à Creys et à Morestel, l'*Ostræa virgula*, abondante et très-bien caractérisée; et c'est la seule coquille marine bien déterminable qu'on y ait trouvée, à ma connaissance; 3° qu'ils ne sont recouverts que par une faible épaisseur de calcaires, suivis immédiatement de la *dolomie portlandienne* et de la formation d'eau douce supra-jurassique, et que rien ne paraît empêcher d'attribuer aux étages de Kimmeridge et de Portland.

A l'O. de Belley, en suivant la route de Lhuis, on traverse la série suivante: 1° mollasse; 2° terrain néocomien, complet; sa partie inférieure (*valangien*) est notamment très-développée; 3° formation d'eau douce supra-jurassique; 4° dolomie portlandienne; 5° assise peu épaisse de calcaires compactes, en gros bancs, avec *Natices* et autres gastéropodes. Immédiatement au-dessous, auprès du lac d'Armaillé, on trouve les schistes bitumineux, avec nombreuses empreintes de *Zamites Feneonis* et autres plantes; ils ont fourni, comme l'on sait, plusieurs espèces de poissons décrits par Thiolière (*mém. cité*). Ces schistes reposent sur des calcaires contenant abondamment: *Rhynchonella inconstans*, passant à la *R. Astierania*, d'Orb., *Terebratula insignis*, Schl., *T. indentata*, Quenst., *Apiocrinites*, etc., qui me paraissent représenter l'étage *corallien*. On remarque, au-dessous, une assise de calcaires à grosse pisolithes, souvent du volume d'une noix. Puis on traverse la *combe oxfordienne*, renfermant les hameaux de Saint-Germain-les-Paroisses et un *crét oolithique* que la route contourne pour arriver à Aprégnin.

En continuant à suivre cette route, on gravit en lacets une côte escarpée, où l'on voit reparaître les calcaires néocomiens inférieurs et les étages jurassiques supérieurs, en couches très-bouleversées, plissées et froissées, au bord de la *faille* qui les met en contact avec l'oolithe inférieure de la chaîne précédente. Mais, quand on est parvenu sur le plateau du lac d'Ambléon, la stratification devient plus régulière, les couches se relèvent vers l'O. S. O., et l'on voit affleurer, à peu près au point culminant de la route, un banc presque friable, d'un blanc éblouissant, rempli de *Diceras arietina*, de Nérinées et de beaucoup d'autres fossiles bien conservés, qui rappelle les beaux gisements d'Oyonnax et autres environs de Nantua. Ce banc n'est qu'un accident au milieu d'une

grande assise de calcaires compactes à Nérinées et à Dicérates qui forme le plateau, jusqu'à l'origine des lacets par lesquels on descend sur Cirin. Mais si, au lieu de descendre, on prend à droite le chemin d'Inimont, on ne tarde pas à voir que ces calcaires *coralliens supérieurs* sont recouverts par une assise puissante de *calcaires lithographiques*, en bancs minces, entremêlés de feuillets marneux, identiques avec ceux de la carrière à poissons fossiles, dont on voit clairement qu'ils sont le prolongement ; une petite carrière y est même ouverte, sur le chemin. En avançant vers le N. E., on trouve, au-dessus, une assise de calcaires compactes ou un peu oolithiques, avec de petites Nérinées et autres gastéropodes peu abondants, dont les bancs supérieurs sont exploités comme pierre de taille et sont recouverts par la *dolomie portlandienne* bien caractérisée. Une *combe* marécageuse marque l'emplacement des couches marneuses de la formation d'eau douce supra-jurassique, et, dans le crêt qui la domine au N. E., on voit les calcaires néocomiens inférieurs, qui se replient sur eux-mêmes en se redressant verticalement, avec les étages jurassiques supérieurs, pour former l'enceinte du cirque d'Inimont.

De la carrière ouverte dans les calcaires *portlandiens*, on descend directement à la grande carrière des dalles lithographiques de Cirin ; et, de cette carrière au village de ce nom, on constate facilement que l'assise de ces dalles lithographiques repose sur la masse escarpée des calcaires coralliens.

La même superposition se constate d'une manière plus claire encore de l'autre côté du Rhône, sur le territoire de Creys (Isère), appartenant au plateau de Morestel, où les couches ne sont nullement bouleversées et n'ont qu'une inclinaison presque insensible à l'œil. En montant du bac de Rix au village de Creys, les entailles du chemin neuf mettent constamment à découvert un calcaire compacte, blanc ou jaunâtre, pétri de fossiles cristallins, Nérinées et Dicérates, qui représente, dans tout ce canton, l'assise supérieure de l'étage corallien. Au N. E. du village de Creys, s'élève un monticule de forme tabulaire qui domine le plateau et qui est formé de couches sensiblement horizontales. C'est dans les flancs de ce monticule qu'on a ouvert des carrières où l'on exploite des pierres plates, bleuâtres et marno-sableuses dans le bas, jaunes et compactes, analogues à celles de Cirin, dans la partie supérieure. Les bancs sont minces et séparés par des feuillets marneux. On trouve dans ces carrières de nombreuses empreintes de plantes, surtout de *Zamites Feneonis*, des poissons qui paraissent identiques avec ceux de Cirin, et surtout l'*Ostrea virgula*, parfaite-

ment caractérisée, très-abondante dans les couches inférieures et moyennes, et devenant rare seulement dans les couches les plus élevées, de structure lithographique. Il nous semble impossible de se refuser à y voir le fossile *caractéristique* de cette assise et à la regarder, par suite, comme l'équivalent du *Kimmeridge-clay*, au niveau duquel la stratigraphie même nous conduisait déjà à la classer.

Le sommet de la colline de Creys, au-dessus des carrières, est formé par un calcaire blanc, plus ou moins oolithique, sur lequel on voit se détacher les tests spathisés de divers gastéropodes, généralement de petite taille. Ce calcaire ressemble beaucoup aux oolithes coralliennes, et cette ressemblance, jointe à l'opinion formulée par Thiollière sur la position relative des couches à poissons et des calcaires coralliens à Nérinées, expliquera l'erreur où je suis tombé, à l'époque déjà éloignée où j'avais étudié cette partie du département de l'Isère, quand les carrières n'étaient encore ouvertes que dans les couches supérieures, pauvres en Gryphées virgules. Dans la *Description géologique du Dauphiné* (§ 17, p. 38) les couches lithographiques de Morestel et de Creys sont indiquées comme *inférieures* aux calcaires coralliens à Dicérates et à Nérinées, et la coupe pl. I, fig. 1, représente ceux-ci formant le sommet de la colline de Creys jusqu'au Rhône. Il est évident que les couches du sommet de la colline doivent en être soigneusement distinguées; et il me semble que l'on peut, avec beaucoup de probabilité, les regarder comme appartenant à l'étage des calcaires de Portland.

Enfin, les calcaires lithographiques de Morestel ont fourni, comme l'on sait, de nombreuses et très-belles empreintes de *Zamites Feneonis*, et l'on y a trouvé aussi quelques empreintes de poissons. L'*Ostræa virgula* n'y est pas rare et y a été signalée depuis longtemps; mais, de même qu'à Cirin et autres gisements du Bugey, elle y est généralement de grande taille, assez mal conservée, et elle était considérée par Thiollière comme une variété spéciale et comme ne constituant pas une objection valable à la classification de ces couches dans l'étage corallien. Cependant j'avais reçu de M. l'abbé Auvergne des exemplaires parfaitement conservés de ce fossile, et sur les indications de M. le docteur David, de Morestel, je viens de m'assurer qu'ils proviennent de marnes intercalées entre les lits de calcaires lithographiques. Ainsi les couches lithographiques de Morestel sont caractérisées par l'*Ostræa virgula*, de même que les dalles de Creys; et l'existence du même fossile, quoique beaucoup plus rare ou même peu reconnaissable, dans les divers gisements de *Zamites* et de poissons

fossiles du Bugey, concorde avec la stratigraphie pour nous faire admettre que tous ces gisements appartiennent à un seul et même étage géologique, à l'étage *kimméridgien*.

M. Dumortier fait la communication suivante :

Sur les Ammonites du lias inférieur; par M. Dumortier.

J'ai eu l'honneur, il y a deux ans, d'offrir à la Société la première partie de mes études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône; cette première partie comprenait l'infra-lias.

Il y a déjà plusieurs mois que j'espérais pouvoir mettre sous vos yeux la seconde partie de cet ouvrage qui comprend le lias inférieur; l'abondance des matériaux et le travail minutieux que demande la préparation de nombreuses planches ont un peu retardé la publication de ce volume.

J'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de communiquer d'avance à la Société quelques considérations sur les céphalopodes de cette partie du lias dont la variété et l'importance ne sont pas assez généralement reconnues.

Les Ammonites, par exemple, qui caractérisent la zone supérieure du lias inférieur, m'ont présenté une série d'espèces qui, pour cette seule subdivision, dont l'épaisseur est partout minime, dépasse le nombre quarante.

Dans cet ensemble, les Ammonites discoïdales plus ou moins comprimées et se rattachant plus ou moins à la forme de l'*Ammonites oxynotus* se montrent plus nombreuses qu'on ne le suppose ordinairement, puisque je pourrai en décrire plus de dix espèces.

Alc. d'Orbigny, dans son *Prodrome*, donne les noms et une description très-sommaire de quelques espèces qu'il avait connues trop tardivement pour les faire figurer dans la paléontologie française : ce sont les *A. aballoensis*, *A. æduensis*, *A. Landriotti*, grandes et belles coquilles, bien caractérisées; grâce à l'extrême obligeance de M. Desplaces de Charmasse, d'Autun, qui a bien voulu m'en confier les types, je puis en donner de bons dessins.

Quelques autres, comme les *A. Scipionianus* et *A. Sauzeanus*, ne sont illustrées dans le grand ouvrage de d'Orbigny que par des figures insuffisantes, faites d'après des échantillons très-jeunes et sans les lobes; les matériaux que j'ai pu réunir me permettront,

je l'espère, d'en donner de bonnes figures, complètes, ainsi que celles d'assez nombreuses espèces nouvelles.

J'ai retrouvé, dans notre lias, toujours au même niveau, deux Ammonites, les *A. altus* et *salisburgensis*, du calcaire rouge d'*Adneth* dans les Alpes autrichiennes, décrites pour la première fois par M. de Hauer, et enfin une espèce nouvelle que M. Ooster a décrite sous le nom d'*A. sinemuriensis*, des Alpes bernoises.

Ce qui rend l'étude des Ammonites de cette zone plus intéressante, c'est que toutes sans exception sont caractéristiques de l'étage et ne se montrent ni au-dessus ni au-dessous.

Le grand nombre d'échantillons que j'ai pu examiner m'a permis de constater un fait curieux dans l'étude des ornements qui couvrent la surface de presque toutes les Ammonites de cette zone, lorsque le test est bien conservé; on remarque, en effet, dans ce cas, que la coquille, aussi bien sur les côtés que sur les intervalles qui les séparent, est ornée de petites stries régulières très-élégantes, dirigées comme les côtes principales, mais peu saillantes et quelquefois microscopiques; ce ne sont pas des lignes d'accroissement, mais bien des cannelures ou de très-petites côtes. Il est curieux de voir que cette observation s'applique aussi bien aux coquilles à tours très-nombreux, comme l'*A. raricostatus*, qu'à celles très-enveloppantes, comme l'*A. Boucaultianus*. Ce genre d'ornementation ne se retrouve pas dans les Ammonites, si bien conservées cependant, du lias supérieur ni des autres zones jurassiques; il semble pourtant se propager un peu chez les Ammonites du lias moyen le plus inférieur, en contact immédiat avec les couches à *A. raricostatus*.

Le Secrétaire donne l'analyse de la note suivante de M Bianconi :

Sur une période de la mer éocène; par M. J. J. Bianconi.

Bien qu'extrêmement pauvre en fossiles, la formation éocène est parfaitement caractérisée dans les Apennins. Composée de macignos, de marnes et de calcaires caractérisés presque uniquement par des Fucoides, elle est recouverte par la mollasse miocène. Presque partout, dérangée et brisée par des soulèvements ophiolitiques, il est bien rare qu'elle conserve aucune régularité dans ses couches, et c'est un fait exceptionnel quand on rencontre une portion régulière de cette intéressante formation.

Un puissant fragment d'un kilomètre d'épaisseur fait excep-

tion au dérangement général. Il est situé à la partie supérieure de la *Samoggia*, entre Bologne et Modène. On peut en examiner facilement la structure intérieure; car, ayant été soulevé et renversé sur un de ses côtés, les couches qui le composent sont aujourd'hui presque verticales; la succession de ces couches est régulière, leur parallélisme parfaitement conservé, et, comme elles sont traversées par une petite rivière qui les coupe perpendiculairement à leur direction, on peut explorer chacune d'elles et les examiner jusque dans les plus minutieux détails. Aussi, lorsqu'on se promène au travers de ces nombreux sédiments d'une mer très-ancienne, on peut acquérir quelque idée des circonstances qui présidaient à leur dépôt.

Malheureusement ce grand fragment éocène ne montre pas les deux limites extrêmes de la formation; on n'y voit, à ce qu'il semble, ni la première ni la dernière de ses couches. On n'a donc pas ici, tout entier, le produit sédimentaire de la mer éocène, on n'a pas toute son histoire, mais seulement celle d'une période, période cependant d'une étendue très-considérable, et telle qu'en l'étudiant nous pouvons recueillir quelques connaissances sur les conditions générales de cette mer.

La coupe naturelle ouverte par les eaux du *Rio Maledetto*, petite rivière tributaire de la *Samoggia*, présente une succession continue de couches de calcaire à *Fucoïdes*, de marnes et de macigno très-variées, dont le nombre est presque incalculable. Souvent les flancs du lit torrentiel s'élèvent comme deux murs, sur lesquels se dessinent en relief plus ou moins prononcé les tranches des couches verticales légèrement inclinées à l'est, et dont la direction est de S. S. O. à N. N. E. Le lit du petit torrent est quelquefois traversé par des couches plus puissantes et plus solides, et à la partie la plus haute de la rivière elles forment des parois abruptes de 20 et de 40 mètres de hauteur. L'horizontalité primitive de toutes ces couches ne saurait être contestée. Leur parfait parallélisme, l'uniformité constante de leur épaisseur à de grandes distances, leur concordance générale d'une extrémité à l'autre de la grande série et la fissilité papyracée si régulière de quelques macignos en sont des preuves irrécusables.

Toutes les dimensions possibles dans l'épaisseur, toutes les solidités depuis les marnes arénacées très-friables jusqu'aux calcaires compactes très-fins, toutes les combinaisons et agrégations minéralogiques de calcaire, de sable, d'argile dans toutes les proportions, se trouvent parmi ces couches. On peut toutefois signa-

ler : 1° le calcaire compacte presque pur ; 2° le calcaire marneux ; 3° la marne calcarifère ; 4° le macigno ; 5° l'argile feuilletée, sablonneuse et terreuse.

Examinons, avant tout, ces matériaux constitutifs de la formation éocène.

1° *Calcaire compacte*. — Ces couches ont une puissance qui varie entre 6 et 50 centimètres ; le calcaire est résistant, à pâte fine et unie, et à fracture conchoïdale uniforme. On n'y voit à l'intérieur aucun indice de stratification ni aucun corps étranger autre que des *Fucoïdes*, tels que *Fucoïdes Targioni*, *F. intricatus*, *F. æqualis*, *F. fuscatus* et une *Caulerpites*. Ces végétaux se montrent constamment et seulement sur l'une des deux faces de la couche calcaire, et toujours sur la face tournée à l'ouest. Ils ne pénètrent au dedans de la couche que de 2 à 3 centimètres.

2° *Calcaire marneux*. — Très-solide et très-résistant, ce calcaire est mélangé d'une petite quantité d'argile ; la puissance varie de 2 mètres à 0^m,50. Sa fracture est rarement conchoïdale ; on le voit souvent se diviser et tomber en fragments polyédriques. Près de la face occidentale des couches de ce calcaire, on trouve ordinairement des *Fucoïdes*. Enfin, la composition minéralogique de ces couches passe insensiblement à celles qui vont suivre.

3° *Marne calcaire*. — Plus argileuse que la précédente, cette roche présente moins de ciment calcaire, plus de quartz. Sa structure est presque toujours fragmentaire, et elle se divise facilement, mais irrégulièrement, sous le choc. Son aspect est grumeux.

4° *Macignos*. — Le ciment calcaire et le quartz sont en proportion très-variable dans les macignos ; on en trouve à grains serrés à pâte unie et résistante, et d'autres à pâte extrêmement friable avec grains de sable isolés. La fissilité de cette roche est pour ainsi dire un caractère général qui lui donne souvent l'aspect d'une succession de couches fort minces pouvant encore être réduites à un plus grand degré de ténuité. Les feuilletés de ces couches sont légèrement ondulés, contournés ou ridés, présentant ainsi toutes les ondulations de l'eau au sein de laquelle ils ont été déposés.

5° *Argiles et couches à structure terreuse*. — Ce sont des mélanges d'argile et de sable dans toutes les proportions. La texture de ces couches est terreuse et friable, et on peut les considérer comme les derniers termes des marnes et des macignos auxquels manquerait le ciment calcaire.

L'examen de ces couches montre un ordre de succession digne d'appeler l'attention, mais l'orientation constante des *Fucoïdes* est

un fait remarquable qui semble lié aux diverses conditions de la mer au sein de laquelle ils ont vécu.

En présence de toutes ces couches redressées presque verticalement, on peut se demander quelle est celle des deux extrêmes qui, dans le principe, servait de base au fragment de la formation éocène qu'elles représentent; on peut se demander, en un mot, quel en est le dessus, quel en est le dessous.

Nous pourrions nous servir de l'orientation des *Fucoïdes* pour résoudre cette intéressante question, mais nous y parviendrions tout aussi bien en entrant dans d'autres détails qui se trouvent plus intimement liés au mode de formation des sédiments dans la mer éocène.

Nous pouvons d'abord établir sans contestation les faits suivants :

1° Une couche sableuse formée au fond de la mer est le produit de sables apportés à la mer. 2° Une couche de matière terreuse ou argileuse est le dépôt du limon apporté à la mer. 3° Les couches qui composent la série du *Rio Maledetto* sont de trois sortes : celles d'origine détritique, celles d'origine chimique (le calcaire) et celles d'origine mixte (macigno et marnes).

Ces trois sortes de couches se trouvent répétées, alternées cent fois dans la coupe naturelle du *Rio Maledetto*. Voyons si un examen attentif peut nous dévoiler entre elles quelque rapport constant.

Prenons pour point de départ une couche de calcaire pur ou de calcaire marneux. Examinant l'une de ses faces, celle qui regarde à l'est, on trouve une distinction tranchée et nette entre celle-ci et la couche qui va suivre. A côté du calcaire vient un lit argileux et sableux à structure généralement grumeuse, très-fragmentaire, très-désagrégéable. Ces mêmes matériaux prennent dans les couches qui suivent une disposition un peu stratiforme : ce sont des grumeaux aplatis, et pressés les uns sur les autres. La stratification se trouve ensuite mieux déterminée; on a de petites couches qui ont quelque extension et plus de solidité. Plus loin encore, les couches sont très-étendues, plus régulières, toujours plus solides, et enfin elles se soudent les unes avec les autres, d'où résultent des bancs de macigno ou de marne de grande solidité et de beaucoup de consistance. Et cependant ce sont toujours les mêmes matériaux mécaniques. La seule différence qui existe entre les premières et les dernières variétés consiste dans l'absence ou la présence du ciment calcaire. Les couches grumeuses ou terreuses manquent presque de tout ciment, tandis qu'il se montre lorsque la stratifi-

cation devient régulière, et il prend une prédominance marquée dans les roches dont les couches sont reliées ensemble. En un mot, un mélange de sable quartzeux, d'argile, de mica, d'abord très-friable, passe à l'état de macigno par la présence ou par une graduelle addition du ciment calcaire.

Après cette succession de couches mécaniques et mixtes, on revient à une couche solide de calcaire pur ou marneux, etc., etc.; et ensuite la série reprend la même succession que celle que nous avons signalée; mais une tranche nette sépare de nouveau la couche solide et compacte de la couche grumeuse et fragmentaire qui va suivre.

En général, entre deux couches solides (calcaires ou marneuses) s'interpose une succession de couches détritiques et mixtes dans l'ordre suivant : d'abord couches grumeuses et presque sans ciment, et ensuite des couches avec stratification graduellement plus régulière et avec ciment.

Par ces nombreuses variétés de structure et de composition, les couches détritiques et mixtes, comprises entre deux couches compactes, atteignent des épaisseurs considérables, de 1, 2, 3 et 6 mètres, etc.

Autant que j'ai pu en juger, cette disposition se présente constamment dans toute la stratification du *Rio Maledetto* d'une extrémité à l'autre. En un mot, la stratification suit une marche particulière, c'est-à-dire qu'elle passe insensiblement de l'état anormal (couches grumeuses) à un état régulier (couches compactes), tandis qu'elle passe brusquement et sans transition de l'état régulier à l'état anormal.

Le plus souvent, comme nous l'avons dit, l'arrangement successif de la stratification va aboutir à une couche calcaire. C'est alors que se montre la végétation des *Fucus*. Ces petits végétaux se développent sur la couche qui précède immédiatement le calcaire, et, après avoir végété dans une eau limpide et tranquille, ils restent plus tard ensevelis dans la pâte calcaire.

Appliquant ces considérations à la condition de ces dépôts, on voit, je pense, que la stratification régulière et bien ordonnée est l'expression d'une sédimentation lente et tranquille, tandis que la stratification grumeuse et irrégulière dénote une déposition hâtée et tumultueuse.

Il n'y a pas à douter que cet arrangement particulier ne soit une dépendance et une conséquence des lois ou des circonstances qui régissent la formation des couches dans les grandes profondeurs de la mer. Toutefois, les phénomènes sous-marins,

si l'on excepte ceux des régions côtières, sont à ce qu'il paraît très-peu connus. En effet, il n'y a pas d'examen possible sur la manière dont se forment les sédiments dans les profondeurs de la mer, ni sur les conditions sous lesquelles ils ont lieu. La seule émergence des couches anciennement formées au fond de la mer peut nous instruire sur ce qui s'est passé dans sa profondeur. La qualité des matériaux composant les couches qui vont combler la mer dépend de la nature des côtes corrodées et des alluvions fluviales; mais la dissémination de ces matériaux, leur séparation, leur sédimentation en rapport avec la tranquillité, le mouvement de l'eau, ou la grande pression fonctionnant dans les abîmes, sont des faits sur lesquels il reste encore beaucoup à chercher. C'est alors que l'examen d'un grand fragment de terrain pélagique émergé, soulevé et ouvert dans ses entrailles, peut nous donner quelques renseignements susceptibles de nous conduire à trouver la solution de problèmes encore obscurs; et d'autre part, comme dit le lieutenant Maury (*Géogr. phys. de la mer*, p. 296), l'étendue des couches souterraines demande au géologue la connaissance de la mer.

Là donc où il y a défaut de connaissances positives, qu'il nous soit permis de faire quelques tentatives dans le champ des conjectures.

Les hypothèses dans lesquelles nous allons entrer offrent quelque chose de vraisemblable, en ce qu'elles sont tout à fait l'histoire de ce qui arrive de nos jours.

Sans avoir visité le fond des mers actuelles, nous avons d'avance la certitude que ce sont des couches de sable et de limon qui s'y superposent sans cesse encore aujourd'hui. Lorsque nous nous appuyons sur l'hypothèse du transport de matériaux mécaniques vers la mer éocène, nous appliquons légitimement les *causes actuelles* à cette ancienne période.

Dans le fragment classique de stratification éocène du *Rio Madalotto*, on a devant soi des couches de trois sortes, ainsi que nous l'avons dit plus haut : les couches d'origine détritique, les couches d'origine chimique et les couches d'origine mixte. Les couches terreuses friables, les calcaires compactes et les macignos solides sont des exemples qui se rapportent à ces trois divisions.

On peut encore exprimer ces mêmes distinctions par une autre considération. Les premières sont des couches sans ciment calcaire; les secondes sont de ciment calcaire pur; les troisièmes sont des couches détritiques avec ciment. Or, dans les profondeurs de la mer deux causes travaillent à la formation des sédiments,

l'une mécanique, l'autre chimique, toutes deux agissant soit séparément, soit ensemble. Les effets mécaniques sont le transport à la mer des détritits arrachés aux côtes et à la surface émergée de la terre, et le dépôt par la gravité propre. Les effets chimiques sont l'état de solution du calcaire dans l'eau marine, le ciment qu'il introduit dans les matières détritiques, et sa précipitation à l'état de calcaire compacte.

Remontons brièvement à l'origine des couches sédimentaires marines, en nous aidant de ce qui se passe aujourd'hui sous nos yeux et des observations déjà acquises à la science.

Le produit du lavage de la surface émergée de la terre par les eaux pluviales se rassemble d'abord dans les ruisseaux et ensuite dans les torrents qui l'amènent à la mer. Ce sont alors des eaux bourbeuses, chargées de limon, de sables, de cailloux et de restes organiques. Tous ces matériaux sont charriés à la mer qui, de son côté, les reçoit sous différentes conditions, soit en calme, soit dans un état agité. Dans le premier cas, si le courant torrentiel est fort, il s'avance dans la mer assez loin, et l'on peut suivre ses eaux troubles et blanchâtres jusqu'à plusieurs kilomètres de distance. Enfin les eaux de la mer affaiblissent l'intensité du courant et l'arrêtent. Les matériaux qu'il entraînait avec lui sont alors abandonnés à leur propre poids (v. Lyell, *Princ.*, 2, p. 354), et, si l'on suppose sans mouvement l'eau de la mer, ces matériaux descendront alors dans la profondeur. Mais on a déjà une première séparation. En suivant par la pensée le courant qui est arrivé à la mer, on conçoit que l'affaiblissement de son intensité est graduel, et par conséquent tout degré de vitesse perdu est un degré d'impuissance à transporter les matériaux plus lourds ; il laisse donc dans le delta les sables plus grossiers, puis ceux de grosseur moyenne, et plus loin les sables fins, qui tous sont dépassés dans leur transport par les substances argileuses ou autres d'une ténuité extrême. Une expansion, sur une large étendue, de ces matériaux, lorsqu'ils descendent dans les régions sous-marines, est bien supposable ; bien plus, elle est inévitable, surtout pour ce qui concerne les matériaux les plus légers ; mais enfin ils tomberont dans la profondeur suivant l'orientation, la direction et la vitesse du courant terrestre.

Pourtant l'hypothèse que nous venons de faire est la moins admissible. Les eaux de la mer sont bien rarement (si elles le sont jamais) dans l'immobilité. S'il n'y avait pas d'autres causes de mouvement, les courants sous-marins établissent des allures, des directions plus ou moins énergiques de diffusion des matériaux

détritiques. En effet, si l'on songe combien sont variés les courants sous-marins (voy. Maury, *Géogr. phys. de la mer*), on comprend combien de déplacements vont subir les matériaux durant leur descente. M. Lyell a calculé (*l. c.*) que du limon tombant dans la partie du gulfstream qui conserve une vitesse moyenne de 3 milles par heure, sur une étendue de 2000 milles, verra ses molécules emportées en vingt-huit jours à 2016 milles, et elles ne se seront abaissées que de 224 brasses. — Par conséquent on voit que bien loin des terres le fond de la mer peut recevoir des substances terreuses ou limoneuses, des sables, des micas, etc., etc.; mais les distances sont soumises à la condition de la légèreté relative présentée par les molécules des matériaux détritiques, et des localités déterminées du fond de la mer, et toujours les mêmes, seront couvertes par des couches détritiques suivant les directions des courants de la mer.

Relativement à la production des matériaux détritiques apportés à la mer, un savant (Alc. d'Orbigny) a donné toute l'importance à la dégradation des côtes, et non aux eaux torrentielles. Sans ôter plus qu'il ne convient à la production des détritiques par l'érosion des côtes rongées par les vagues, production qui a sans doute son importance, il ne faut pourtant pas oublier que l'érosion des côtes s'opère seulement sur l'étendue de leur périmètre, tandis que les eaux torrentielles représentent l'érosion de la plus grande partie de la surface des continents, car le lavage général de la surface émergée de la terre va en dernier lieu aboutir à la mer. Il est vrai que l'immense quantité des détritiques charriés par les rivières va premièrement produire l'exhaussement des terres et reculer le rivage de la mer; mais une grande partie de ces détritiques ira directement au bassin de l'Océan. Et, quand même le dépôt torrentiel s'arrêterait sur la côte, les flots de la mer s'empareraient au moins des éléments les plus ténus.

Dans le second cas de notre hypothèse sur l'état de la mer, c'est-à-dire dans le cas des eaux agitées par les tempêtes, la région des vagues est superficielle, il est vrai, mais son influence pour la diffusion des matériaux détritiques est d'une haute importance. L'agitation des flots en balayant les sables les plus fins et les boues les tient plus longtemps en suspension et peut les transporter plus loin; la dispersion est surtout plus active, et peut-être on trouvera là la cause du singulier arrangement de la matière sablonneuse dans les couches grumeuses. Il semble que, sous l'action des flots, les matériaux détritiques sont inégalement distribués, et cette cause, aidée par les légères commotions de l'eau à de

médiocres profondeurs de la mer, peut nous donner l'explication de quelques-unes des couches du *Rio Maledetto*. En effet, il y en a qui sont véritablement grumeuses et dont la surface est très-inégale. Les dépôts successifs qui vont se former sur ces couches deviennent par conséquent ondulés, mais ces phénomènes sont transitoires. L'eau de la profondeur, d'abord quelque peu agitée et tendant à se tranquilliser, produit des effets graduels, tels que d'abord un petit dépôt à cumulus, et ensuite des dépôts ondulés et ridés. Enfin, lorsque le calme survient, et qu'en même temps une distribution plus uniforme des matériaux détritiques a eu lieu, des couches régulières et planes se forment, au point que quelques-unes d'entre elles ressemblent à des feuilles de gros papier parfaitement plat.

Ces dernières sédimentations s'accomplissent avec intromission d'un nouvel élément, outre les matériaux détritiques, le ciment calcaire, qu'il convient d'examiner.

Il est surprenant que, lorsqu'on analyse l'eau de la mer, même celle tirée des profondeurs, la substance qui y figure en plus petite quantité soit le carbonate de chaux. Je pourrais toutefois ne pas rechercher si quelque part dans l'eau de la mer, et sous certaines conditions, il y a de la substance calcaire ; même sans cela je comprends parfaitement que les eaux en contiennent, car il faut convenir qu'il y avait de la chaux lors de l'époque éocène, quand se formaient les couches calcaires du *Rio Maledetto* ; il y en a aujourd'hui, comme en tout temps, puisque les animaux marins à coquilles et à polypiers en tirent continuellement pour leurs constructions ; enfin il y en avait à toutes les époques pendant lesquelles des couches calcaires marines se sont formées. Ajoutons qu'il y en a eu encore toutes les fois que s'est formé un macigno ou une marne calcaire, car c'est la chaux qui forme le ciment de ces roches. Si donc il y en a, dans quel état se trouve-t-elle ?

Aborder ce problème, c'est s'exposer justement à de sévères observations. Mais, puisqu'on concède en géologie une grande liberté d'hypothèse, j'en profiterai moi-même pour avancer quelques conjectures à ce propos.

On ne possède pas, que je sache, d'observations certaines sur les conditions sous lesquelles a lieu la sédimentation du calcaire à de grandes profondeurs. M. Vézian juge que la chaux est d'origine geysérienne (*Prodr.* I, p. 562, 572). Des sources d'eaux calcaires sous-marines peuvent bien en effet fournir de la chaux, de même que les sources calcarifères terrestres ; mais on peut douter que la quantité qu'elles peuvent donner soit propor-

tionnée à l'abondance du calcaire qui se précipite, soit comme ciment, soit en couches calcaires compactes. On en peut d'autant plus douter, que, le bassin des mers étant journellement couvert par des manteaux successifs de sédiment, les points d'émission ou le jaillissement des eaux souterraines durent au moins partiellement éprouver de grandes résistances.

La surface émergée de la terre fournit aussi à son tour sa contribution de chaux à la mer. De plus, c'est une contribution journalière et constante qu'elle y remet par ses détritiques. C'est la chaux qui, arrachée aux côtes, ou à la terre lavée par les pluies, va se jeter dans l'Océan. En considérant le rôle que joue le calcaire dans la constitution des roches émergées, on voit que la chaux forme une grande partie des matériaux détritiques portés journellement à la mer. Le peu de résistance que la chaux oppose à la trituration opérée par les transports des blocs et des cailloux entraînés par les eaux sur la pente des continents la réduit à l'état de sable et de poussière plutôt que d'autres minéraux plus durs, tels que du quartz, etc. Arrivée à la mer, elle s'abandonne à l'onde marine ordinairement en molécules pulvérulentes ; ces molécules sont pourtant encore des petits corps suspendus mécaniquement dans l'eau, et qui devraient à leur tour aller se déposer au fond avec les autres sédiments détritiques.

Une fois entrée dans la mer, la chaux semble en quelque sorte disparaître. M. A. Marcet avait bien démontré que l'eau de la mer tient quelquefois en dissolution du carbonate de chaux ; mais d'autres analyses n'en font pas mention, ou en indiquent à peine des traces. D'autre part, elle reparaît, soit dans les coquilles et les polypiers, soit dans les couches qui se sont formées au fond de la mer. Dans les couches dont nous parlons, il n'y a pas mélange de détritiques vaseux ou sableux ; c'est de la chaux presque entièrement séparée des autres matières détritiques. La mer semble donc exécuter une espèce de séparation ou de tamisage. Elle dépose premièrement les détritiques arénacés et boueux, et après la chaux. C'est une distinction très-marquée, qu'on voit représentée dans la coupe de la stratification éocène qui nous occupe.

J'ai tâché de suivre autant que possible les conditions des détritiques lorsqu'ils sont abandonnés à la mer. Quelques observations peuvent nous conduire seulement sur leurs premières traces, car, en général, ils sont soumis à des circonstances qui sont pour nous tout à fait inimitables.

Lorsqu'on met de la vase dans de l'eau, les différentes substances

qu'elle renferme se déposent par ordre successif ; les parties les plus fines restent quelque temps suspendues dans le liquide, mais il est clair que la descente sera facilitée ou retardée selon la *densité* de ce liquide. J'ai pris de l'eau pluviale, dont la densité est zéro, et de l'eau salée à la densité de 10.

J'ai mis successivement dans l'une et dans l'autre une boue de chaux carbonatée compacte, finement pulvérisée.

Dans l'eau pluviale la précipitation a été complète en six heures de temps, et l'eau avait repris sa limpidité ; dans l'eau salée il a fallu beaucoup plus de temps pour la précipitation, et après vingt-quatre heures nous avons eu un dépôt au fond du vase, limpidité de l'eau au-dessus et nébulosité à la partie supérieure. Les parties les plus fines s'y étaient maintenues en équilibre permanent avec la densité de l'eau.

Les mêmes faits se sont reproduits avec des matières soumises à une décantation première, afin d'égaliser les molécules entre elles, soit avec de l'argile très-fine privée préalablement de chaux par un acide et décantée, soit enfin avec un mélange de sable, calcaire, argile et mica.

J'ai substitué au calcaire de la chaux sulfatée, finement pulvérisée. La boue que j'ai faite avec elle s'est comportée d'abord comme la boue calcaire ; mais la sélénite a présenté durant l'immersion une particularité. Les deux liquides (eau pluviale et salée) étaient devenus troubles, chacun à son tour, par la diffusion de la poudre séléniteuse ; mais la limpidité primitive a reparu très-vite dans l'eau salée, et plus tard dans l'eau pluviale. Enfin, cette dernière est encore devenue limpide, mais elle a donné un sédiment plus abondant. Les deux liquides étant agités, celui de l'eau salée n'a plus été troublé par le peu de sédiment qui y restait.

On sait que l'eau ordinaire dissout une petite quantité de sélénite (0,219 à la tempér. de + 3°, et 0,249 à + 50°). Or, on apprend par le fait ci-dessus que l'eau salée en dissout une quantité bien plus forte, et que la dissolution s'opère très-rapidement.

Par ce petit nombre d'observations qu'il faudrait multiplier bien davantage, on comprend que la mer peut opérer une séparation remarquable des matériaux détritiques qui y sont transportés. Le sable et toute partie granuleuse un peu lourde vont se précipiter au fond de la mer. Toute substance moléculaire très-fine demeure probablement longtemps suspendue dans l'eau. Nous sommes conduits à cette supposition par l'exemple de ce qui se présente en opérant dans le laboratoire (voy. Lyell,

Princ., 2, p. 354). La zone qui demeure en haut de la colonne y persiste à cause de la densité du liquide. Dans la mer on a plusieurs sels qui donnent une densité remarquable à l'eau. Et, bien que la compressibilité de l'eau soit très-peu de chose, on a pourtant raison de croire qu'elle doit jouir de quelques degrés de densité plus grande lorsqu'elle se trouve sous des pressions aussi considérables que celles de 200 et 300 atmosphères dans les grandes profondeurs de la mer.

Des effets d'un *équilibre permanent* sont très-vraisemblables. Une suspension par suite de cet équilibre sera propre aux substances extrêmement ténues, qui peuvent former une vaste zone sous-marine, une espèce d'atmosphère nébuleuse à distance du fond, tandis que l'eau qui est entre cette zone et le fond peut encore conserver sa limpidité, et permettre la végétation des *Fucus*.

Les substances dont la suspension par *équilibre permanent* est plus vraisemblable sont la chaux pulvérulente et l'argile. Ce sont les éléments des *calcaires purs*, des *calcaires marneux* et des *marnes calcaires*, les trois roches compactes.

Dans quelques cas peut-être on ne peut prendre à la rigueur le mot d'*équilibre permanent*, c'est-à-dire d'une durée indéfinie. Il est probable que c'est une permanence très-prolongée, mais transitoire. Toutefois, une suspension prolongée a beaucoup d'importance dans la recherche qui nous occupe, et que nous allons poursuivre.

Les observations résumées par M. d'Archiac d'après M. Bischoff prouvent que l'eau de la mer dans les profondeurs contient plus de gaz acide carbonique que l'eau de la surface (*Paléont. stratigr.*, p. 266). D'autre part, M. Bischoff fait remarquer aussi que la grande quantité de carbonate de chaux apportée par les rivières, de même que la production continuelle des coquilles et des autres tests d'animaux marins, est la preuve la plus évidente de la présence de ce carbonate dans l'eau de la mer, et, d'un autre côté, l'acide carbonique qui s'y trouve également doit constamment dissoudre ce même carbonate lorsqu'il y en a au fond, etc. (p. 268).

Mais une très-grande partie de la chaux charriée par les rivières à la mer ne va pas au fond. Elle est retenue en suspension prolongée dans les eaux plus ou moins profondes. Là elle se trouve en présence de l'acide carbonique; elle peut par conséquent être dissoute, en passant à l'état de bicarbonate. Ce phénomène se présente probablement encore sous l'influence d'un autre agent, c'est-

à-dire de la pression pélagique. Nous avons donc trois conditions propres à la formation et au maintien du bicarbonate de chaux, je veux dire la *chaux pulvérulente* en suspension, un *excès* d'acide carbonique et la *pression*.

Voilà donc une autre origine de la chaux qui va se concréter dans les couches abyssiques, origine déjà signalée par quelques savants (voy. Lecoq, *Hydrog.*, p. 177), et qu'on peut mettre à côté de celle de M. Vézian, l'origine geysérienne. Toutes deux réunies se trouveront mieux en rapport avec la grande quantité des dépôts calcaires qui se montrent dans les stratifications sous-marines (1).

Le passage supposé de la chaux de l'état solide à l'état de solution et de bicarbonate s'accomplirait dans la zone subaqueuse dans laquelle on a l'équilibre permanent des parcelles moléculaires de la chaux. La solution étant accomplie, on ne sait pas, je crois, combien de temps elle peut persister, ni par quelle cause elle va cesser pour donner lieu à un dépôt de chaux.

D'après l'exemple de ce qui arrive sur la terre émergée, où les sources calcarifères déposent de la chaux aussitôt que la pression cesse, on pourrait admettre, comme simple conjecture, que l'état de solution durerait autant que persiste la même pression. La précipitation serait alors motivée par un changement dans l'état de *pression* qui règne au fond de la mer.

Bien que des géologues aient attribué une certaine importance aux marées de sizygies pour les sédimentations sous-marines, je n'ai pas besoin d'y recourir pour m'expliquer les changements de pression pélagique. Il semble qu'on ne peut pas les trouver en harmonie, au moins à elles seules, par leur périodicité, avec l'irrégulière répétition des couches compactes dans la grande stratification qui nous occupe.

Une autre circonstance que l'on peut invoquer pour des profondeurs médiocres se présente à l'esprit.

J'admets que sous la zone des vagues il y a la région des calmes, où les eaux ne sont jamais agitées comme celles de la surface. Mais

(1) Le lieutenant Maury, dans son très-savant travail sur la géographie physique de la mer, attribue aux animaux marins « la fonction » de purifier les eaux de la quantité toujours croissante de sels que les « eaux pluviales vont chercher sur la terre » (p. 268). Il semble qu'il n'ait pas fait attention encore à une cause, bien puissante pourtant, c'est-à-dire aux dispositions chimiques, ou à la formation des couches calcaires (voy. p. 245-246).

on peut se demander si la tranquillité des eaux à de faibles profondeurs ne peut pas être altérée ou troublée en quelque sorte par une conséquence des convulsions orageuses superficielles. Le choc des vagues, le balancement des lames d'eau à la surface, et le mouvement oscillatoire de toute la région des tempêtes, sont tels que l'on peut difficilement se persuader que leur action ne doit pas retentir plus loin et exercer une influence (légère si l'on veut) sur les eaux profondes. L'équilibre et l'uniformité des grandes pressions ordinaires de la masse inférieure des eaux sont alors probablement rompus, et les variations de pression peuvent changer quelques conditions des eaux abyssiques (1). C'est alors que l'on peut croire, que le calcaire étant à l'état de bicarbonate en dissolution dans l'eau sous des pressions de 200 à 300 atmosphères, les variations de ces pressions, ou des commotions d'autre genre, puissent déterminer la précipitation du calcaire même. Une tempête, un ras de marée, peut alors déterminer la formation d'un lit de calcaire compacte; surtout si ces causes perturbatrices de l'uniformité de pression pélagique sont en connexion avec les grandes influences lunaires.

Mais, nous le répétons, ce sont des conjectures très-peu fondées, et d'autres recherches pourront mieux éclaircir la question de la précipitation de la chaux au fond des mers.

Quoi qu'il en soit, nous sommes conduits par ces considérations vers l'hypothèse que les couches calcaires éocènes qui nous occupent à présent sont des dépôts d'origine chimique. Or, sont-ils vraiment tels?

L'inspection microscopique aussi bien que l'examen minéralogique de la roche nous le prouvent. J'ai soumis au microscope des portions très-amincies de calcaire, traité préalablement par divers réactifs, à l'effet d'y découvrir des corps organisés. On a entrevu seulement quelques fragments piriformes qui ne présentaient, d'autre part, aucun détail de forme organique. Tout présentait une structure granuliforme. Observée, sous de médiocres grossissements, la pâte de la roche se montre clair-semée de petites lamelles spathiques. Pas un corps organique microscopique ne s'est présenté dans les échantillons que j'ai examinés; d'où l'on est conduit à penser que le calcaire compacte éocène que nous considérons n'est autre chose que le produit d'une précipitation chimique, en partie granulaire et en partie lamellaire.

Nous sommes autorisés à croire que des dépôts semblables se

(1) Voy. J. Scott Russel (d'Archiac, *Progrès*, t. I, p. 147).

font encore quelque part aujourd'hui, dans les fonds océaniques. Les sondages exécutés surtout par la sonde Brooke ont apporté des grandes profondeurs une sorte de boue calcaire. Mais, lorsqu'on l'a soumise à l'examen du microscope, M. Bailey y a vu une foule de carapaces d'animalcules marins, si nombreux, qu'ils composaient la majeure partie de la masse sédimentaire. Si par hasard nos calcaires compactes éocènes avaient été de cette même nature, ou comme certains tripolis, il est clair que toute recherche d'origine chimique serait superflue.

D'autre part, on connaît les sondages faits par M. Forbes dans la Méditerranée, et par S. John Ross dans la mer du Nord. Ils ont apporté au jour des substances qui nous sont signalées comme de la craie. Quelques échantillons de dépôts abyssiques ramenés à la surface par la sonde même de Brooke ont la pureté de la neige qui vient de tomber (Maury, p. 367). Enfin, on lit dans la dernière *Revue* de M. Delesse (t. III, p. 207), que « les sondages » faits par le capitaine Maury, par MM. Daymann, Berryman et » par différents navigateurs, apprennent que du calcaire presque » pur, ayant l'apparence de la craie, se dépose encore maintenant » sur de vastes étendues dans le fond de l'océan Atlantique. » — D'où il conclut : « De même que les mers anciennes, la mer » actuelle produit donc des dépôts de carbonate de chaux et de » carbonate de magnésie (p. 200). »

Or, on ne saurait croire que de la chaux d'une telle agrégation moléculaire et d'une telle pureté soit une sédimentation détritique. Tout conduit à penser qu'elle est bien une précipitation chimique.

Une fois admise la nature chimique des dépôts calcaires, la cause qui a déterminé la solution de la chaux est très-probablement celle que nous avons supposée ci-dessus, c'est-à-dire l'excès d'acide carbonique; mais la cause qui en a produit la précipitation est encore, je crois, entièrement problématique.

Si toutefois on pouvait attribuer ce dernier phénomène aux variations que nous avons signalées dans l'état de pression et d'immobilité de l'eau, on pourrait ajouter que, bien souvent, les averses sur la terre sont associées aux agitations de la mer. C'est d'ordinaire une même cause, le souffle des vents, qui apporte l'agitation sur la mer et la pluie sur la terre. Dans ces cas l'agitation de l'eau marine précède l'arrivée des eaux torrentielles à la mer, et de même la précipitation du calcaire s'accomplit avant le dépôt des matériaux détritiques. On arrive alors précisément à l'ordre de succession du *Rio Maledetto*.

Une autre considération se rapporte à cet ordre d'idées, que

là, où jamais dans la mer n'arrivent de transports détritiques, se formeront seulement des couches calcaires. Alors des bancs calcaires se succéderont sans cesse, et l'on aura les conditions qui ne sont pas sans exemples dans les terrains marins émergés tels que dans le terrain jurassique.

L'ordre suivant lequel ont eu lieu les dépôts dans l'ancienne mer éocène, était donc, en résumé, le suivant : des dépôts détritiques grumeux, souvent sans ciment, qui reposent sur une couche de calcaire compacte, ou bien sur une couche stratifiée régulièrement et avec ciment; d'où il suit que chaque couche à l'ouest, dans la coupe du *Rio Maledetto*, est la plus ancienne et la plus basse. C'est le résultat auquel nous aurait conduits la considération des *Fucoïdes*.

Cherchons maintenant une autre question relative aux couches calcaires. La pâte dont elles sont composées est très-remarquable par son homogénéité. Également pur, ou un peu, mais uniformément, argilifère dans toutes ses parties, ce calcaire est partout également compacte. Jamais il n'y a aucun indice d'intrusion d'autres éléments, jamais la plus petite différence d'un point à l'autre. Cette singulière homogénéité de la pâte calcaire, dont nous avons parlé tout à l'heure, restreint le champ des hypothèses sur son origine. Elle conduit à une conséquence que nous avons signalée plus haut, mais sur laquelle il est bon de revenir de nouveau. *Rien n'était dans l'eau pendant la période du dépôt du calcaire, hors la chaux*; ni sable, ni limon. Et un tel état de pureté de l'eau marine devait être en rapport avec la puissance des couches, qui varie de 10 centimètres à 2^m,50.

Une période d'eau pure est donc représentée par chaque couche de calcaire compacte.

L'importance de cette observation est surtout saillante, lorsqu'on fait attention que dans l'immense série stratifiée du *Rio Maledetto* le caractère le plus général, le plus constant et le plus saillant est la *stratification portée au plus haut degré*, jusqu'à la *fissilité*. Elle apparaît dans toutes les couches d'origine détritique ou mixte, les macignos, les couches terreuses, argileuses, etc. Ces couches sont excessivement fissiles; bien souvent elles sont feuilletées. On n'y voit qu'une seule exception, c'est l'absence de toute fissilité dans les couches calcaires, soit pures, soit marneuses. Tout ici est compacte. De telles couches se fracturent par dalles polygonales ou arrondies, et, lorsqu'on veut les régulariser au marteau, elles ne présentent jamais aucune disposition à des fractures parallèles aux deux faces externes de la couche; mais toujours

elles offrent ces faces conchoïdes extrêmement caractéristiques, qui sont propres à une pâte partout homogène et uniforme. Elles ressemblent parfaitement aux fractures conchoïdales à vives arêtes que présente la crème ou le lait caillé.

D'autre part, on ne peut pas oublier qu'en général, lorsqu'une substance calcaire se dépose lentement et successivement par couches, on trouve ces couches représentées par la même pâte calcaire. Un dépôt lent successif conserve ordinairement le cachet des petites périodes répétées. La chaux testacée, les stalactites, etc., sont une superposition perpétuelle de feuilles. Or, si l'on suppose qu'une couche calcaire de 50 centimètres ou d'un mètre se soit formée au fond de la mer par des dépôts réitérés, la séparation ou au moins la distinction des couches en serait une conséquence nécessaire, et elle ne pourrait ne pas apparaître; en un mot, on devrait y voir la *schistosité*, ce que l'on ne trouve, du reste, jamais dans le calcaire à Fucoïdes de l'Apennin.

On supposera peut-être un dépôt prolongé, mais continu et uniforme. Sous le rapport minéralogique il n'y a probablement pas de difficulté; il n'en est pas de même sous le rapport géologique. Nous le reconnâtrons plus loin. Par les considérations que l'on vient d'établir, on est conduit, au contraire, à croire que la précipitation du calcaire a été *soudaine*, ou, au moins effectuée en un très-petit laps de temps.

Cela posé, l'explication des caractères saillants de la pâte calcaire, l'*homogénéité*, la *pureté* et la *fracture conchoïdale* se présentent naturellement.

Rappelons encore ici que les Fucoïdes se trouvent empâtés sur l'une des faces de la couche calcaire. Ces végétaux n'ont donc pas vécu dans la couche calcaire même. Ils ont vécu sur la surface immédiatement inférieure à cette couche. Là les *Fucus* sont nés, se sont accrus; et il est clair que pendant que duraient leurs fonctions vitales il ne se formait aucun sédiment de sable ou de calcaire. Toute précipitation aurait enseveli cette petite végétation. En effet le premier dépôt survenu l'a empâtée; mais elle était déjà développée. L'eau a dû rester claire et transparente durant toute la vie des *Fucus*, pendant que la chaux à l'état de bicarbonate, ou autre, était dissoute dans l'eau même. C'est une période plus ou moins prolongée, dans laquelle avaient lieu deux phénomènes: 1^o la végétation des *Fucus*, 2^o l'accumulation de la chaux en dissolution. L'un et l'autre venaient à cesser lorsqu'une cause quelconque venait à déterminer le dépôt du calcaire. Je ne pousserai pas ces conséquences jusqu'aux dernières limites, mais il

semble qu'un certain rapport doit exister entre le degré de développement des Fucoides et la puissance de la couche calcaire. Une précipitation prématurée aurait compromis la végétation et altéré la vie des *Fucus* et formé une couche de peu d'épaisseur. Certes je ne dirai pas que les choses se sont passées absolument de cette manière, car les observations que j'ai faites n'ont pas encore atteint ce but ; mais ce que je puis affirmer, c'est que les plus grandes végétations des *Fucus* que nous connaissions sont dans le fond des couches d'un mètre et de deux mètres d'épaisseur. Ce sont les plus grosses de la coupe du *Rio Maledetto*.

Nous avons dit que sous le rapport géologique il y a des difficultés à admettre que le dépôt d'une couche calcaire ait été le produit d'un travail lent et de longue durée. En effet, on trouve très-surprenant qu'une mer aussi fréquemment et aussi abondamment envahie par des alluvions limoneuses et sableuses, ait pu présenter une longue période d'eaux claires, et permis la formation d'une couche calcaire pure, sans mélange d'aucune matière détritique, et sans introduction de veines ou de filets hétérogènes. La pureté de la pâte exclut nettement toute suspension dans l'eau du sable ou du limon, car il faut se rappeler qu'une période de pureté des eaux précède le dépôt du calcaire. Ce sont les Fucoides qui le démontrent.

Or, est-il concevable qu'une mer dans laquelle affluaient des fleuves bourbeux, transportant fréquemment une quantité si énorme de matériaux détritiques, soit restée pendant un long délai sans recevoir aucun de ces matériaux ?

Avant d'abandonner la question des calcaires, il convient d'ajouter encore que l'on trouve souvent un mélange d'un peu d'argile avec le calcaire. Ce sont des calcaires marneux (1). Il y a donc là une mixture d'éléments chimiques et d'éléments détritiques.

(1) L'analyse du calcaire a été depuis longtemps signalée par le professeur Santagata dans ses observations *Sur le métamorphisme du calcaire compacte*, 4848. Dans une variété des plus pures il a trouvé :

Chaux carbonatée.	92
Silice, alumine, oxyde de fer.	6

Une autre variété soumise récemment à l'analyse contient :

Chaux carbonatée.	74,20
Silice, alumine, oxyde de fer, magnésie carbonatée.	25,60

C'est donc un calcaire marneux.

Cependant la pâte est entièrement homogène sans aucune trace de fissilité. Elle forme pourtant de très-grosses couches, qui contiennent de grands *Fucoïdes*.

On voit que l'élément détritique, l'argile, dans le calcaire marneux, est d'une extrême ténuité ; mais ce que nous avons dit jusqu'ici montre qu'elle a dû rester en suspension dans l'eau, autant qu'a duré la végétation des *Fucus*.

Or, est-il supposable que l'argile soit demeurée suspendue dans l'eau un long espace de temps ?

Les observations sur la sédimentation que nous avons rapportées ci-dessus, bien qu'exécutées sous la pression d'une seule atmosphère, nous autorisent à penser que la partie extrêmement fine de l'argile peut demeurer en suspension dans l'eau de la mer à une faible profondeur pendant une très-longue durée. On peut croire encore que le dépôt de cette espèce de nébulosité argileuse sera probablement entraîné par la précipitation du calcaire qui, de l'état de solution passant à l'état insoluble et concret, doit nécessairement se porter au fond, mélangé d'argile.

Si les couches calcaires compactes de la coupe du *Rio Maledetto* représentent les périodes de calme et de pureté des eaux de la mer éocène, il faut convenir que ces périodes n'étaient pas très-fréquentes. Lorsqu'on se promène sur le lit de notre petit torrent, on est surpris de voir que les couches calcaires soient en nombre bien inférieur à celles d'origine détritique. La plus grande partie de l'empâtement du fond de la mer a donc été l'œuvre des matériaux détritiques, qui, apportés par les fleuves à la mer, allaient s'y distribuer très-uniformément.

On n'a pas de données précises pour en déduire quelle était la profondeur à laquelle ces couches ont été déposées. Nous avons seulement des *Fucus* qui ont vécu au milieu de ces sédiments, et l'on dit qu'aucun végétal ne paraît pouvoir vivre au delà de 730 mètres. Les petits animaux, si pourtant il y en a quelques-uns, ne pourraient nous aider dans cette recherche, car on sait qu'on les trouve à plus de 4000 mètres de profondeur. Or, le premier de ces faits nous réduit à calculer une profondeur tout au plus de 730 mètres pour le district de la mer éocène dans laquelle s'est déposée la série des couches du *Rio Maledetto*. Je suis, d'autre part, très-disposé à admettre une évaluation de ce genre, qui est motivée par l'impression des légères ondulations ou commotions de l'eau, marquées sur les roches ondulées et grumeuses.

Enfin, en considérant ce grand fragment de formation marine éocène, tel qu'on le voit dans le *Rio Maledetto*, il est évident, je

crois, qu'on a sous les yeux le travail d'une mer vaste, de médiocre profondeur, et dans laquelle venaient déboucher des fleuves bourbeux, qui apportaient successivement d'énormes quantités de boue et de sables, c'est-à-dire des *détritus* tirés de la surface de la terre émergée. On y voit des alternances et des répétitions de couches qui rappellent les vicissitudes générales des mers. Les couches compactes sont alternées à distances inégales, et entre elles s'interposent, plus ou moins nombreuses, les couches détritiques. Ces dernières sont toutes des contributions torrentielles qui représentent les saisons pluvieuses et les averses sur la terre, pendant lesquelles les phénomènes d'érosion et de transport ont acquis une grande intensité (Vézian, 1^o, s. 72). Les autres sont les représentants des périodes de sérénité et de sécheresse sur la terre, de pureté et de calme dans les eaux de la mer. Jusqu'à présent on n'a aucune raison, d'après l'inspection de ce fragment éocène, de supposer que cette mer s'est trouvée dans des conditions différentes de celles des mers actuelles, telles, par exemple, que la Méditerranée ou la mer Noire. On n'a même pas, par ce que l'on voit ici, le plus petit argument pour admettre que les conditions auxquelles étaient soumises alors les terres émergées fussent autres que les terres actuelles. En un mot, on ne peut croire qu'il n'y eût pas de succession des saisons, telles que celles de notre monde et de notre zone actuelle, sous l'influence d'une même inclinaison de l'axe terrestre.

Sans trop détailler ces observations, il est hors de doute que des successions réitérées d'eaux bourbeuses sont parvenues dans cette mer. Les couches sédimentaires détritiques, que nous voyons aujourd'hui, en donnent la preuve. Il est hors de doute encore que des périodes d'eaux claires et tranquilles dans la mer sans intrusion de sables ou de limon se sont répétées à intervalles. Les couches de calcaire compacte et la végétation des *Fucus* le prouvent aussi. Or, il est juste de supposer que des alternances de saisons ont eu lieu, et avec elles les pluies équinoxiales et les autres variations annuelles de pluie ou de sécheresse. La mer était exposée à subir l'influence de ces variations; ses eaux étaient claires et limpides pendant la sécheresse terrestre, bourbeuses et limoneuses pendant les pluies et les orages. Tout dépôt de calcaire est donc resserré dans les périodes de sécheresse terrestre et de tranquillité atmosphérique, périodes bien restreintes comme on le voit. Il n'est peut-être pas question d'années, mais tout au plus de quelques mois.

On est amené naturellement, par suite de ces considérations,

à se demander combien de temps s'est écoulé durant le dépôt de cette série. A la vérité ce sont des milliers sur d'autres milliers de couches qui se succèdent dans le fragment du *Rio Maledetto*. J'ai tâché de soumettre l'ensemble de cette stratification aux évolutions de la longévité terrestre discutée par M. Lyell et autres géologues. Le nombre considérable des couches prouve au premier abord que la mer a dû employer une longue période de temps pour les déposer, et l'on serait tenté de supposer une longueur de temps qu'on ne trouve effectivement pas lorsqu'on soumet les calculs aux lois des *causes actuelles*.

En effet, le plus grand nombre des couches est, avons-nous dit, d'origine détritique. Leur nombre est immense, c'est vrai, mais on conçoit que, lorsque les matériaux qui devaient les former venaient d'être apportés à la mer, ils devaient atteindre les profondeurs dans un délai assez court. Du sable ou de la boue ne peuvent rester durant des années ou des mois suspendus dans l'eau. La succession et la puissance des couches restent donc soumises à la fréquence et à l'abondance des alluvions charriées à la mer par les fleuves. Ce sont des contributions très-variables, on le conçoit, quant à la distance de temps et à la richesse des matériaux apportés à la mer, mais on ne peut les supposer séparées par de grands intervalles. En effet, toute période de pureté des eaux est représentée par des couches calcaires.

Pour ce qui regarde la durée de temps de précipitation d'une couche calcaire, je renvoie à ce que nous en avons dit ci-dessus. Il semble que l'accumulation de la solution calcaire soit de la durée de la vie des *Fucus* et d'une période de sécheresse de la surface terrestre, et que le dépôt soit presque instantané. Supposant encore, si l'on veut, des conditions climatologiques, à l'époque éocène, un peu diverses des conditions actuelles, on conçoit que des périodes d'inaction des affluents torrentiels ne peuvent être de longue durée.

Dans l'absence de données précises, on peut élargir, si l'on veut, entre certains termes les confins de l'origine de cette formation éocène; mais on est encore autorisé à dire que des vicissitudes assez rapprochées et semblables aux vicissitudes actuelles peuvent restreindre de beaucoup ces limites.

Dans tous les cas, relativement aux sédimentations des couches thalassiques en général, on devra sans doute retrancher beaucoup de chiffres sur les longévités fabuleuses des formations anciennes. Les supputations imaginaires que l'on trouve établies avec tant de facilité dans quelques traités de géologie seront sans

doute réduites à de plus justes proportions, lorsque les origines des sédimentations sous-marines seront mieux connues.

Lorsqu'on visite le *Rio Maledetto*, on a sous les yeux les dépôts de la haute mer ou du fond de la mer éocène. Ce sont les dépôts *thalassiques*, nous dirait Alex. Brongniart. Mais on ne voit nulle part, que je sache, rien de ces hauts fonds, de ces plages littorales, de ces rivages, de ces récifs, etc., spécialités fort intéressantes, car le *faciès* de cette formation est sans doute entièrement changé par suite du bouleversement qu'elle a souffert.

Le soulèvement qu'elle a subi n'a pas eu lieu sans laisser de traces de son action sur les couches ; à l'intérieur elles sont crevassées, et les fissures remplies par des veines de dolomite. Dans ce cas la continuité est rétablie ; mais souvent des fissures permettent aux couches compactes de se diviser et de tomber en dalles polygonales, ce qui empêche d'utiliser pour les arts quelques bons matériaux dont on pourrait se servir, surtout du calcaire lithographique.

Les veines spathiques sont une preuve de l'action geysérienne qui a dominé après l'éruption des serpentines. On trouve aussi intercalée parmi les couches de l'arragonite en plaques, et de la dolomite flabelliforme, minéraux tout à fait étrangers à la formation marine éocène, et qui ont été apportés parmi les couches par des eaux ascendantes.

L'action geysérienne s'est développée partout ailleurs dans les roches de l'Apennin par des phénomènes importants et si nombreux, qu'elle peut bien fournir le sujet d'autres considérations, et d'une note que j'aurai l'honneur de soumettre en son temps à la Société.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Lefort.

Note pour servir à l'histoire des poudingues ; par M. J. Lefort.

Sur les deux rives qui, dans les départements de l'Allier et du Puy-de-Dôme, avoisinent, à des distances souvent considérables, la rivière de l'Allier, on rencontre de distance en distance, mais sur des points très-rapprochés les uns des autres, des sables tertiaires supérieurs ayant pour origine très certaine un grand courant venant des montagnes d'Auvergne et qui s'est dirigé principalement dans le sens de la vallée de l'Allier.

Le plus ordinairement, ce terrain qui recouvre des marnes et

des calcaires de la formation précédente, est composé de sable quartzeux dans lequel on trouve des galets arrondis de quartz hyalin dont le volume est souvent considérable; on y découvre encore, mais plus rarement, des galets de basalte qui suffisent pour prouver que les volcans d'Auvergne existaient déjà lorsque ce terrain s'est formé.

Mais dans ces sables, et surtout dans la partie comprise entre les rivières de l'Allier et de la Sioule, on rencontre des galets tantôt incohérents, arrondis et rougeâtres comme s'ils avaient reçu le contact d'un limon ferrugineux, tantôt réunis par un ciment ferrugineux qui les agglutine en masses d'un volume parfois très-considérable; dans ce dernier cas ils constituent des poudingues grossiers, rassemblés en couches continues à quelques décimètres au-dessous de la surface du sol, durs et assez abondants pour qu'on puisse les utiliser avec avantage comme matériaux de construction.

Quelle est la nature et quelle peut être l'origine de la matière qui cimente ces galets? Telles sont les questions que nous allons essayer de résoudre.

Les ciments des poudingues sont aussi variés que les causes qui leur ont donné naissance, et il est probable que lorsqu'on connaîtra mieux leur composition on finira par se rendre un compte aussi exact que possible de leur mode de formation.

On sait seulement que la silice, le sable, l'argile et la chaux y dominent, mais en proportions qui n'ont pas été nettement déterminées jusqu'à ce jour; d'une autre part, nous ne croyons pas que l'on ait signalé jusqu'à présent la composition de poudingues de la nature de celui qui fait le sujet de cette note.

Ce ciment, détaché avec soin des cailloux qu'il emprisonne, se présente sous la forme d'une matière brun rougeâtre, assez friable pour qu'on puisse le réduire en poudre grossière par le moindre effort du pilon, complètement insoluble dans l'eau et partiellement soluble dans l'acide chlorhydrique sans dégagement de gaz carbonique.

Avec cet acide minéral on observe qu'il dégage du chlore, et l'on obtient une solution fortement colorée en jaune par du perchlorure de fer, tandis qu'il se dépose un résidu grisâtre composé de sable quartzeux en poudre plus ou moins grossière.

Mis en digestion à la température de 100 degrés avec une solution concentrée de potasse caustique, il lui abandonne une quantité très-notable d'acide ulmique ou de matière hydrocarbonée, dérivant du ligneux, et la liqueur acquiert une teinte brun foncé;

dans la solution alcaline, on constate aisément la présence d'une quantité très-pondérable d'alumine.

L'appareil de Marsh y signale des traces d'arsenic.

Enfin le précipité ferrugineux obtenu en traitant par la potasse caustique la solution nitrique de ce ciment, et mis en ébullition avec de l'hypochlorite de soude, a donné une solution fortement colorée en rouge vif par la production du permanganate de soude.

Son analyse quantitative, exécutée avec de la substance complètement déshydratée, nous a donné en moyenne :

Sable quartzeux.	70,04
Peroxyde de fer.	21,49
Bioxyde de manganèse. . . .	5,28
Alumine.	2,07
Acide ulmique.	1,15
	100,00

Avant même de connaître la composition de cette matière, on pourrait supposer qu'elle a pour origine les sources minérales ferrugineuses si nombreuses encore dans certaines parties de la vallée de l'Allier, mais qui, au dire de quelques savants géologues, ne donneraient plus de nos jours qu'une faible idée de ce qu'elles étaient autrefois, tant par leur nombre que par leur minéralisation et leur débit; d'après cette manière de voir, les couches de ces poudingues représenteraient en quelque sorte, sinon les griffons, du moins les endroits où ces eaux ferrugineuses jaillissaient avec le plus d'abondance, et auraient ainsi laissé par le dépôt d'une grande partie de leur fer, les traces indélébiles de leur passage; nous ne pensons pas cependant qu'il en soit tout à fait ainsi.

Ce ciment diffère d'abord des dépôts ferrugineux ordinaires par l'absence complète de carbonates terreux que l'on observe dans tous les dépôts ou travertins qui ont pour origine les eaux minérales, même les plus riches en peroxyde de fer.

L'oxyde de fer qui se trouve mélangé au sable est à peine imprégné d'acide arsénique, alors que tous les dépôts ocracés des sources ferrugineuses de la vallée de l'Allier en contiennent des proportions très-pondérables (1).

Au contraire, l'oxyde de manganèse qui fait presque défaut dans les sources minérales de cette région de la France existe en

(1) *Histoire chimique des eaux minérales et thermales de Vichy, Cusset, etc.*, par M. Bouquet, Paris, in-8, 1855.

quantité très-notable dans le ciment des poudingues ferrugineux de l'Allier.

La teinte rouge ocracée que l'on constate sur tous les galets isolés ou réunis en conglomérats, la présence du sable non plus à l'état de silice précipitée des eaux, et surtout celle de l'un des principes dérivant de l'humus, donnent tout lieu de croire que ce sont les eaux douces qui ont concouru à la formation de ces poudingues. Cette matière ferrugineuse et cimenteuse appartiendrait alors à la variété de minerai ferrugineux désignée sous les noms de *minerai de marais, de lacs, de prairies et de gazons*, ce qui a été de la part de M. Daubrée l'objet d'observations très-intéressantes (1).

On conçoit dès lors que la formation de ces poudingues puisse avoir lieu, même de nos jours, toutes les fois que des eaux douces superficielles, filtrant lentement à travers un terrain de transport et charriant du sable en poudre fine, de l'oxyde de fer et enfin des matières organiques limoneuses, déposent peu à peu sur les cailloux ou les galets ces substances minérales et organiques qui, en se desséchant à l'air, emprisonnent tous les corps qu'elles rencontrent.

Les propriétés physiques et la composition chimique de ces poudingues donnent en effet lieu de supposer que les choses ont pu et peuvent encore se passer ainsi; dans tous les cas, on ne saurait nier qu'ils ont une origine et une constitution bien différentes de celles des poudingues à base d'argile ou de calcaire.

Séance du 4 juin 1866.

PRÉSIDENTE DE M. ED. LARTET.

M. Alf. Caillaux, 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. RICHARD (l'abbé), hydrogéologue, professeur au séminaire de Montlieu (Charente-Inférieure); présenté par MM. Hébert et Bouvet.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, 4845-4846.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Davidson, *On the carboniferous rocks of the valley of Kashmere, by Capt. H. Godwin-Austen, with notes on brachiopoda in Thibet and Kashmere, by Th. Davidson*, in-8, 20 p., 2 pl.; Londres, 1865.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, avril 1866; in-8.

De la part de M. G. Ponzi :

1° *Quadro geologico dell' Italia centrale*, in-4, 2 p., 1 tableau; Rome, 1866.

2° *Carta geologica dei monti di Tolfa e Allumiere, nella provincia di Civita-Vecchia*, 1 feuille; Rome, 1864.

De la part de MM. Em. Sauvage et E. T. Hamy, *Étude sur les terrains quaternaires du Boulonnais et sur les débris d'industrie humaine qu'ils renferment*, in-8, 64 p.; Paris, 1866; chez Eug. Lacroix.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, n° 22; in-4.

L'Institut, n° 1691; 1865; in-4.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes, — Revue agricole, etc., avril 1866; in-8.

The Athenæum, n° 2014; 1866; in-4.

M. de Verneuil présente de la part de M. Ponzi une carte des montagnes de la Tolfa et un tableau géologique de l'Italie centrale (voy. la *Liste des dons*).

M. Goubert présente le travail suivant de MM. Sauvage et Hamy :

Note sur les terrains quaternaires du Boulonnais;
par MM. Em. Sauvage et E. T. Hamy (1).

Du village de Sangatte au cap Blanc-Nez, la falaise s'élève graduellement de 3 à 30 mètres; elle est composée de *drift* repo-

(1) *Étude sur les terrains quaternaires du Boulonnais et sur les*

sant sur la craie et déjà étudié par MM. Phillips, d'Archiac et Prestwich. Avec ce dernier géologue, on peut distinguer deux formations, une ancienne plage butant contre une falaise de craie à 4^m, 50 au-dessus de l'estran et ayant une longueur de 150 mètres environ, et un dépôt de débris de craie et de silex, dont la partie inférieure composée de craie délayée et de sables tertiaires peut se rattacher au *diluvium gris* ou *sub-aërial accumulation* d'Austen, et la supérieure au *diluvium rouge* ; les silex de la craie associés à quelques silex tertiaires réunis par un limon jaunâtre sont les éléments constitutifs de cette couche.

Cette dernière formation forme le sous-sol de toute la chaîne du Haut-Boulonnais. Là, les silex sont presque toujours entiers ou à arêtes vives ; en descendant les collines, les silex sont moins nombreux ; jamais ils ne sont entiers, toujours brisés ; les cassures ne sont plus aussi nettes, et l'on voit que ces silex ont subi un commencement de roulis. Enfin, dans l'intérieur du bassin, surtout près de la mer, les silex sont très-rares et le diluvium rouge est alors représenté par une argile rouge ou brunâtre. Quoi qu'il en soit, les couches qui recouvrent la craie dans le Haut-Boulonnais et les terrains jurassiques du Bas-Boulonnais représentent deux phases d'un même phénomène, les résultats ayant varié suivant la rapidité des cours d'eaux, leur profondeur et leur direction. Certains points de l'intérieur ont été des centres particuliers de dispersion ; ainsi, de Saint-Étienne à la mer, s'est dirigé un courant orienté N. 25° E. à S. 25° O., peu profond, à eaux tumultueuses, ayant recouvert le groupe du fer à Saint-Étienne (altitude 125 mètres), à Graveroy (100 mètres), enfin à Équihen ; quelques fossiles de la craie fortement roulés (*Echinoconus conicus*, *Echinocorys vulgaris* Breyn., *Micraster laxoparus*, d'Orb.) ont été trouvés dans cette couche. Le diluvium rouge présente d'ailleurs dans le Boulonnais ces ravinements qu'on a signalés depuis longtemps.

Enfin, sur plusieurs points et notamment sur tout le plateau qui s'étend de Châtillon à Équihen et de Saint-Étienne à la mer se rencontre un limon argileux jaunâtre, le *læss*. A cette dernière formation appartient le tuf de Ningle, tuf léger, poreux, englobant de nombreuses coquilles terrestres d'espèces vivantes. Notons encore dans le tuf des empreintes de végétaux ; plusieurs des feuilles, par leur nervation, rappellent celles de l'orme.

débris d'industrie humaine qu'ils renferment ; par MM. Sauvage et Hamy. Paris, 1866 ; Lacroix.

Dans ce lœss ont été trouvés de nombreux silex reproduisant les formes bien connues de flèches, de couteaux, de coins, de hachettes demi-circulaires, de marteaux, de nucléus, et des fragments d'os travaillés, ayant grossièrement la forme sagittale. Ces silex ressemblent beaucoup à ceux de l'époque du Renne.

M. de Verneuil présente la note suivante de M. le docteur Bleicher :

Sur la géologie des environs de Rome; par M. le docteur Bleicher.

Étant sur le point de quitter Rome, j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de vous donner un résumé de mes recherches géologiques sur le bassin de cette ville. Je me suis surtout livré à l'étude du terrain quaternaire fluvial et palustre; quant au pliocène, il m'a paru d'un intérêt secondaire. C'est donc par le diluvium que je commencerai. Dans ma dernière lettre, publiée par vos soins dans le *Bulletin* de l'année dernière, je vous parlais des coupes intéressantes de *Sainte-Agnès* et du *Ponte Salara*, près de Rome; je vous disais qu'on y trouvait toute la série des dépôts formés pendant l'époque quaternaire; depuis, j'ai étudié et comparé entre elles de nombreuses tranchées faites dans le même terrain, afin d'arriver par la comparaison à des résultats plus exacts que ceux obtenus jusqu'ici.

Ce n'est plus dans la vallée de l'Anio, mais dans celle du Tibre que se trouvent ces nouveaux gisements. Ils sont échelonnés sur les deux rives du fleuve, depuis son entrée dans les États Romains jusqu'à son embouchure. Je me suis occupé de préférence de ceux qui sont les plus rapprochés de Rome. Le Monte Verde, colline située sur la rive droite du Tibre, en aval de Rome, me paraît mériter d'être choisi comme type, grâce aux nombreuses coupes pratiquées dans ses flancs.

On y voit, par dessus une puissante couche en masse de tuf lithoïde volcanique : 1° une bande de cailloux roulés de peu d'épaisseur; 2° une argile à éléments volcaniques, surmontée d'un banc de tuf de même nature; 3° de la marne grise avec coquilles palustres (*Paludina*, *Planorbis*, *Pisidium*); enfin 4° une puissante couche de diluvium, formée de sable volcanique, de cailloux roulés menus et de plaques de grès.

Sur le versant opposé de la même colline, qui fait face à la

vallée du Tibre, le tuf lithoïde volcanique remonte plus haut; au-dessus de lui, la première couche, précédemment indiquée, manque complètement, la deuxième existe, la troisième est une puissante couche de marne jaunâtre stratifiée, mais avec coquilles terrestres, la quatrième, enfin, est beaucoup moins développée que dans la coupe voisine.

Plus loin et sur le même versant, il ne reste du diluvium qu'une marne à Limnées en contact avec le tuf volcanique lithoïde; son isolement est probablement dû à un effet de dénudation. Vers le fond de la vallée du Tibre, à des altitudes inférieures à celle du Monte Verde, existent de nombreuses gravières appartenant également au diluvium.

Leur relation avec les alluvions précédentes paraît être établie par la présence d'une ou de deux couches de cailloux roulés associées soit à du sable avec coquilles fluviatiles, soit à un limon marneux avec rognons calcaires, contenant des coquilles terrestres.

Au Mont-Sacré, où ce limon est fort développé, j'ai cru reconnaître les coquilles suivantes : *Bulimus decollatus*, *acutus*, *ventricosus*, *Pupa tridens*, *dolium*, *doliolum*, *Clausilia papillaris*, cinq ou six espèces d'*Helix* et une *Succinea*. Je signale, en passant, l'analogie de ce dépôt avec le loess de la vallée du Rhin; même apparence extérieure, même situation superficielle et mêmes coquilles terrestres.

Quant aux mammifères, ils sont communs dans ces gravières d'origine fluviatile; une trentaine de têtes de bœuf entières ou brisées ont été extraites depuis deux ans du Mont-Sacré, qui est le type des formations de cette nature; les bois de cerf y sont également fort répandus. Les plus belles pièces provenant de cette localité font partie de la collection de M. le Frère Indes, sous-directeur des Frères français à Rome. J'ai cependant pu me procurer deux têtes de bœuf presque entières. Je les destine au musée d'histoire naturelle de Colmar.

Je ne saurais dire si tous ces ossements appartiennent au *Bos primigenius* ou s'il n'y a pas là peut-être quelque espèce différente de celui-ci.

Les *Elephas antiquus* et *meridionalis* y sont assez communs; le *primigenius* est plus rare.

Du reste, j'enverrai, ainsi qu'à la bibliothèque de la Société, une monographie géologique du Mont-Sacré que j'ai fait paraître dans le *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar*; vous y trouverez d'amples renseignements sur cette localité aussi

intéressante au point de vue géologique qu'au point de vue historique.

Les dépôts de tuf calcaire compacte ou friable appartenant à l'époque quaternaire sont également fort abondants et méritent une description spéciale. On les trouve, soit associés aux cailloux roulés (*Ponte Molle*), soit complètement privés de ces derniers (*Acquacetosa*).

Ces roches forment la falaise abrupte et pittoresque de la rive gauche du Tibre, auprès de cette dernière localité.

Une marne bleuâtre, légèrement sablonneuse, régulièrement stratifiée, contenant des coquilles d'eau douce, y supporte une couche de tuf calcaire d'une dizaine de mètres d'épaisseur.

Le plan de contact des deux couches porte des traces d'affouillement et, à une certaine hauteur dans la masse de la couche supérieure, il existe une bande d'argile avec coquilles terrestres.

Si, d'un côté, les tufs calcaires sont en contact avec les marnes quaternaires anciennes, de l'autre ils se montrent en rapport avec les dépôts les plus récents de la même époque.

En effet, sur la route qui, de la villa de Jules II mène à la source d'eau minérale d'Acquacetosa, on peut voir ces sédiments chimiques supporter deux couches de tuf volcanique dont les éléments semblent avoir été empruntés aux volcans des monts Albains.

L'inférieure ou celle qui est en contact avec la roche calcaire a environ 3 mètres de puissance. Elle est composée de cendres volcaniques grises, de mica noir, d'amphigène farineux et de pyroxène. Sa couleur est d'un gris noir piqué de blanc. On y trouve des impressions de feuilles et des débris de bois.

La couche supérieure est formée d'un tuf gris noirâtre, scoriacé; elle est séparée de la précédente par une argile gris blanchâtre, feuilletée, d'origine volcanique, atteignant une épaisseur d'environ deux mètres.

Enfin, la coupe se termine par de l'argile, au milieu de laquelle on distingue une bande de scories fibreuses.

Ce point d'ailleurs n'est pas le seul où des dépôts quaternaires supportent des couches purement volcaniques; j'ai vu à la *Magliana*, première station du chemin de fer de Rome à Civita-Vecchia, une coupe où des couches de lapilli et de scories fibreuses sont adossées en stratification discordante au diluvium fluvial.

Sur la même ligne de chemin de fer, entre les portes Saint-Paul et Saint-Sébastien, de puissantes masses stratifiées de produits volcaniques meubles, d'une hauteur de 7 à 8 mètres sont, ainsi

que vous me l'avez signalé l'an dernier, superposées à une marne grisâtre, contenant des coquilles d'eau douce et analogue à celle de l'*Acquacetosa* (1). Ces observations tendent à me faire admettre que les volcans du Latium ont eu une grande influence sur la formation des alluvions fluviales de la fin de l'époque quaternaire.

Les tufs volcaniques régulièrement stratifiés dont je viens de parler sont formés des mêmes éléments minéralogiques que les couches plus irrégulières de la même roche dans les environs de Frascati et d'Albano.

Rien d'étonnant d'ailleurs, que les puissants volcans des monts Albains aient rejeté pendant leurs éruptions de grandes masses de cendres qui se seraient stratifiées sur place dans les eaux du fleuve, aux endroits où son courant était faible ou nul.

Je vous dirai de plus que ce tuf gris noirâtre provenant de volcans quaternaires paraît avoir beaucoup d'analogie avec celui de certaines catacombes et particulièrement de celles de San Lorenzo. Serait-ce qu'ils appartiennent tous deux à la même époque, ou bien y a-t-il eu, à des époques différentes, des conditions assez identiques pour donner lieu à la formation de roches absolument semblables?

Je pencherais vers cette dernière opinion, quoiqu'elle soit en opposition avec toutes celles qui ont été émises sur le tuf *granulaire* des catacombes; on sait que celui-ci est regardé comme pliocène et d'origine sous-marine. Quoi qu'il en soit, il me paraît fort difficile de distinguer minéralogiquement le tuf granulaire gris noirâtre des catacombes de Saint-Laurent de celui que je viens de décrire et qui appartient au diluvium. Enfin, je ne ferai que vous rappeler qu'il existe des alluvions, les plus récentes de toutes, sur les bords des torrents qui descendent du cône des monts Albains vers la vallée du Tibre.

Elles sont composées de produits volcaniques sans mélange d'aucune autre roche.

Les coupes naturelles que l'on voit sur les bords de la petite rivière Almona présentent de haut en bas : 1° une couche de scories violettes très-compactes; 2° de l'argile volcanique jaune rougeâtre; 3° en certains points, un tuf gris noirâtre tacheté de points blancs amphigéniques; 4° enfin, la couche supérieure est formée

(1) Au-dessous de ces marnes fluviales existent des bancs de cailloux roulés, diluviens, provenant des montagnes calcaires des Apennins (note de M. de Verneuil).

d'argile, de sable, de cailloux à peine roulés, le tout d'origine volcanique. Les n° 2 et n° 3 manquent souvent.

C'est dans la couche supérieure, à éléments irrégulièrement stratifiés, que nous avons trouvé avec vous, l'année dernière, une tête humaine avec quelques débris de poterie.

A en juger par la présence de tuf volcanique gris noirâtre, les couches inférieures de cette alluvion sont probablement contemporaines du diluvium fluviatile supérieur, dont j'ai parlé plus haut.

Voici maintenant, réunies en tableau, les coupes les plus intéressantes des bassins du Tibre et de l'Anio. J'essayerai ensuite d'en tirer quelques déductions sur l'histoire de la période quaternaire.

1° Bassin du Tibre.

Rive gauche. Correze. — Argile et tuf volcanique entre deux couches de cailloux roulés.

Monte Rotondo. — La couche supérieure de cailloux roulés manque.

Collines sur la route d'Ostie. — Id. — Limon avec coquilles terrestres.

Osteria di Malafede (à 6 kilomètres de l'embouchure du Tibre). — Id. — L'argile supérieure est rouge.

Rive droite. Tor di Quinto. — Argile et tuf volcanique entre deux couches de cailloux roulés. Ponce feldspathique formant la couche supérieure.

Santa Passera. — Cailloux roulés, sable, argile volcanique, scories.

Magliana. — Id. — A la partie supérieure limon avec nodules calcaires.

Ponte Molle. — Sable fluviatile entre deux couches épaisses de cailloux roulés.

Acquatrasera. — La couche inférieure existe seule ; au-dessus argile rouge volcanique ; le diluvium repose sur les sables jaunes pliocènes.

2° Bassin de l'Anio.

Rive gauche. Collines près de Sainte-Agnès. — Cailloux roulés, argile volcanique, ponce.

Rive droite. Mont Sacré. — Id. — La couche supérieure est un limon avec coquilles terrestres.

Comme on le voit par le tableau précédent, les cailloux roulés manquent complètement dans certains points, tandis que dans d'autres ce sont eux qui dominent. Cela tient-il à ce que ces allu-

vions différentes ne se sont pas formées en même temps, ou bien peut-on attribuer leur dissemblance aux conditions dans lesquelles elles se sont déposées ?

Je pencherais vers cette dernière opinion ; en effet, pour les environs immédiats de Rome, l'étude topographique de la vallée Tibérine semble donner la solution de la question. Le Tibre, après avoir reçu l'Anio, fait maintenant, comme il l'a fait à l'époque diluvienne, un grand circuit qui dirige le fil de son courant vers la rive droite. La vitesse et la puissance de transport des eaux ont donc toujours été maximum de ce côté ; rien d'étonnant dès lors qu'il s'y soit formé des alluvions caillouteuses, tandis que sur l'autre rive elles sont rares et composées surtout de matériaux pulvérulents. J'ai remarqué qu'en général les plus grands amas de cailloux roulés se trouvent dans les parties les plus basses de la vallée du fleuve et dans la convexité des courbes qu'il forme. Lorsque sa direction est sensiblement rectiligne, les graviers sont rares. Une colline vient-elle présenter son front au courant, il s'y dépose des cailloux roulés, comme on peut le voir au delà du Monte Verde, en aval de Rome.

La nature des alluvions quaternaires paraît donc subordonnée à la disposition topographique des lieux.

Je m'arrêterai encore sur un point qui m'a frappé dans l'étude comparée des coupes précédentes ; dans presque toutes celles-ci il y a des dépôts, soit d'argile, soit de sable, soit de marne, qui occupent une position constante dans l'ordre de superposition des couches.

Ne serait-ce pas le résultat d'une diminution dans la puissance de transport du fleuve quaternaire entre les deux époques où il a déposé des couches de cailloux roulés ? Pendant cette période de calme se seraient formées non-seulement des marnes avec coquilles palustres du Monte Verde, mais encore les limons à coquilles terrestres de la même colline et celles du Mont-Sacré. Quant à la couche supérieure des cailloux roulés, elle manque en quelques endroits ou n'est représentée que par une bande très-mince ; cela peut tenir soit à une érosion consécutive au dépôt, soit à un changement dans le lit du fleuve diluvien.

Quoi qu'il en soit, à l'époque où la couche supérieure se formait, c'est-à-dire vers la fin de la période des grandes alluvions, le Tibre atteignait environ 40 mètres au-dessus de son niveau actuel. Telles sont les observations que j'ai faites sur le quaternaire fluvial des environs de Rome ; je les livre à l'appréciation de nos confrères, et je parlerai maintenant d'une série de dépôts

non moins intéressants, de ceux qui se sont formés sur les côtes de la Méditerranée pendant la même époque.

Je les ai observés depuis l'embouchure du Tibre jusqu'à celle du Mignone, sur une étendue d'une quinzaine de lieues; je suis resté de cette manière en dehors de la zone spécialement étudiée par M. Pareto.

Sur cette partie des côtes du Latium, il paraît exister des preuves d'une sédimentation active et d'un soulèvement lent et graduel.

Les formations quaternaires sont plus ou moins rapprochés du rivage actuel, suivant la pente du littoral. Le maximum de hauteur qu'elles atteignent au-dessus du niveau de la mer est d'environ 40 mètres, et sur une plage en pente douce elles vont jusqu'à 5 kilomètres $1/2$ dans l'intérieur des terres, ainsi que cela se voit à Cervetri, par exemple.

Ces sédiments marins sont ordinairement constitués par un grès à éléments grossiers, plus rarement par un calcaire gris, poreux, sonore à la percussion. Quelle que soit la roche, les produits volcaniques tels que cristaux de pyroxène y sont fort communs. On y distingue des lignes de stratification souvent assez irrégulières.

Les localités les plus intéressantes à ce point de vue sont Cervetri, l'ancienne Caeré étrusque, Palo, sur la ligne du chemin de fer de Rome à Civita-Vecchia, le rivage entre cette dernière ville et l'embouchure du Mignone. Partout on trouve des fossiles, mais ils sont surtout abondants dans le calcaire de Civita-Vecchia.

J'en ai recueilli quarante-cinq espèces que j'ai déterminées aussi bien qu'il m'a été possible; en les comparant avec les coquilles fraîches de la Méditerranée, je ne trouve aucune différence entre ces espèces et les espèces actuelles.

J'ai remarqué l'abondance du *Trochus rugosus*, de la *Modiola lithophaga* et du *Cerithium vulgatum*. Les mollusques céphalopodes sont représentés dans la petite collection que je me suis faite par un fragment d'os de Seiche trouvé dans le calcaire.

La *Caryophyllia cæspitosa*, Lam., forme à Civita-Vecchia de vrais récifs en place. Après ce que je viens de dire plus haut de la situation topographique de ces alluvions marines, le soulèvement semble évident; mais a-t-il été lent ou brusque?

J'ai dit qu'à Cervetri les grès quaternaires s'éloignent jusqu'à 5 kilomètres $1/2$ du rivage actuel; or, si l'on suppose une ligne menée de ce village jusqu'au point où la mer est le plus rappro-

chée, on verra que sur toute la longueur de cette ligne il existe de nombreux vestiges de ces mêmes alluvions.

Elles se présentent sous forme d'ondulations de peu de hauteur s'inclinant en pente douce vers la mer, et la roche qui les constitue est un grès grossier.

Il est surtout intéressant d'observer ces formations marines à deux kilomètres en avant de Palo, sur une tranchée du chemin de fer; le grès qui y forme une couche de peu d'épaisseur est complètement perforé par la *Modiola lithophaga*.

L'altitude ici n'est plus que d'une quinzaine de mètres au-dessus de la mer actuelle, tandis que celle de Cervetri était de 40 mètres; je me crois donc autorisé, trouvant des vestiges de plages à ces deux niveaux, à admettre que le soulèvement n'a pas été brusque. Je ferai remarquer d'ailleurs qu'il existe sur cette même ligne que j'indique d'autres traces du séjour d'une mer peu profonde.

J'ajouterai aux considérations précédentes quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire sur les terrains sous-jacents au quaternaire marin, le long de la ligne du chemin de fer de Rome à Civita-Vecchia. °

Grâce aux nombreuses sections faites à travers les collines qui bordent la côte, l'étude géologique de cette partie du littoral des États Romains est devenue très-facile. Elle a été commencée en 1857 par M. le professeur Ponzi, dans une note publiée sous le titre suivant : *Sui lavori della strada ferrata di Roma à Civita-Vecchia (Atti dell'Accademia dei Lincei)*.

Comme c'est à 15 kilomètres de Rome que le savant professeur de la Sapience s'est arrêté dans cette étude, je la reprends, là où il l'a laissée, pour la continuer jusqu'à Civita-Vecchia, c'est-à-dire sur une étendue d'une dizaine de lieues.

Vers *Ponte Galera*, à 7 kilomètres du point de départ de ces observations, la voie, après avoir traversé une plaine peu intéressante, coupe une colline élevée d'une quinzaine de mètres.

Elle appartient à la deuxième zone du pliocène, c'est-à-dire à celle de Formello (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. XV, p. 555, note de M. Ponzi sur les différentes zones du pliocène).

La roche est marneuse, d'un bleu grisâtre; ses lignes de stratification sont peu visibles; elle est parcourue en certains points par des bandes d'argile jaunâtre.

On peut y reconnaître la plupart des fossiles caractéristiques de

cette zone; je citerai les suivants, dont la détermination me paraît assez bien établie :

<i>Cytherea multilamella</i> , Lamk.	| <i>Cyprina islandica</i> , Ag.
<i>Cerithium vulgatum</i> , Brug.	| <i>Dentalium elephantinum</i> , Brocc.
<i>Fusus echinatus</i> , Brocc.	| <i>Chenopus pes-pellicani</i> , L.
<i>Nassa semistriata</i> , Brocc.	| <i>Natica macilenta</i> , Phil.
<i>Solecortus strigillatus</i> , Lamk.	| <i>Columbella nassoides</i> , Bell.

On y a également trouvé une partie de la carapace d'une Tortue marine qu'il n'a pas été possible de déterminer exactement.

Au-dessus de la marne se trouvent le sable jaune et les conglo-mérats appartenant à la fin de la période pliocène; 5^e zone les fossiles y sont excessivement rares et roulés.

Plus loin, vers Palo, c'est-à-dire à mi-chemin de Rome à Ci-vita-Vecchia, les ondulations du terrain, que la voie traverse et coupe en certains points, appartiennent également au pliocène, mais à une zone différant de la précédente par sa position stra-tigraphique, sa nature minéralogique et ses fossiles.

C'est celle que M. Ponzi appelle zone de Corneto, ou 3^e zone.

La roche est calcaire, blanchâtre, friable, riche en foraminifères discoïdes; elle ressemble beaucoup à celle que j'avais déjà vue sur les lieux mêmes qui ont été choisis comme type de cet horizon géologique.

Des tranchées de 3 à 4 mètres de hauteur y offrent de nom-breux fossiles, sans présenter de lignes nettes de stratification, de sorte que l'on ne peut juger rigoureusement ni de l'inclinaison ni de la direction des couches; cependant des bancs parfaitement réguliers d'*Ostrea foliosa* et de *Terebratula ampulla* permettent de penser que l'inclinaison a dû être très-faible.

Les fossiles admis comme caractéristiques de la zone de Corneto s'y trouvent en abondance; ce sont surtout: *Pecten la-tissimus*, Brocc., *varius*, L., *flabelliformis*, Brocc., *pes-felis*, Brocc., *Spondylus gaederopus*, L., *Ostrea foliosa*, Brocc., *Modiola litho-phaga*, L., etc. Les deux *Terebratula ampulla*, Brocc., *caput-serpentis*, L., y sont communes.

Les oursins n'y sont pas rares; j'y ai surtout remarqué l'abon-dance d'un *Cidaris* que je n'ai pu déterminer. Il suit de là que les deux seuls horizons pliocènes qui manquent aux environs immé-diats de Rome se trouvent sur le trajet de la nouvelle voie. Je recommande ce fait aux géologues, qui trouveront de nombreux fossiles sur les tranchées que j'indique ici.

Plus loin, vers Civita-Vecchia, le pliocène disparaît pour faire

place à des roches également sédimentées, mais fortement redressées et modifiées sous l'influence des trachytes du massif de la *Tolfa*.

Elles paraissent appartenir à l'éocène et peut-être aux couches les plus récentes de la craie.

Quoi qu'il en soit, elles constituent des collines assez hautes, formées de strates distincts relevés de 62° à 63°, d'une direction N. 25° N.-E. On y trouve sur une étendue d'environ quatre lieues une alternance régulière des couches suivantes, pour chaque tranchée du chemin de fer.

1° Calcaire gris clair avec lames de mica et granulations feldspathiques.

2° Schistes argileux feuilletés, plissés, imprégnés de filons minces de peroxyde de fer.

3° Une sorte de poudingue à pâte grise, contenant des cailloux roulés de la grosseur d'un grain de riz, probablement siliceux.

4° Un grès jaunâtre poreux.

5° Une roche arénacée à grain fin contenant quelques rares impressions de *Fucoïdes*.

Les fossiles y sont excessivement rares. Cependant, en d'autres points du massif que constituent ces roches métamorphiques, M. Ponzi en a pu trouver un nombre suffisant pour décider que ces roches devaient appartenir à l'éocène.

La ville et le port de *Civita-Vecchia* sont bâtis sur ces couches relevées qui ne présentent, comme on le voit, qu'un intérêt médiocre.

M. Goubert présente, au nom de l'auteur, la note suivante :

Note sur une nouvelle espèce d'Ischyodus de l'argile kimméridgienne de Châtillon, près de Boulogne-sur-Mer; par M. E. T. Hamy.

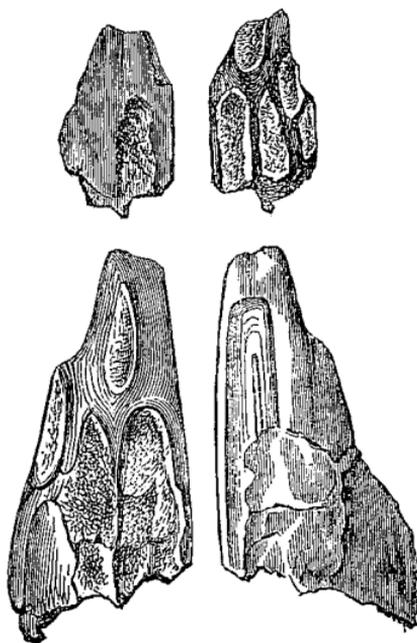
On ne connaît jusqu'à présent en France que quatre espèces du genre *Ischyodus* dans les terrains jurassiques. Les trois premières, trouvées par Dutertre-Delporte aux environs de Boulogne, ont été brièvement décrites par sir Ph. Egerton (1) et par M. Agassiz (2).

(1) *Proceedings of the geological Society of London*, t. IV, n° 94, 1843.

(2) Agassiz. *Recherches sur les poissons fossiles*, t. III, p. 345 et 346; Neuchâtel, 1833-1843; in-4°.

Le savant paléontologiste anglais a donné à la première espèce le nom de l'auteur de ces intéressantes découvertes (*I. Duterrei*); les deux autres ont reçu les noms de Dufrenoy (*I. Dufrenoyi*) et de M. Élie de Beaumont (*I. Beaumontii*). Tout récemment une quatrième espèce vient d'être décrite par M. Ém. Sauvage, qui l'a dédiée à M. Rigaux, administrateur du musée de Boulogne (*I. Rigauxi*).

2



1

1 — *Ischyodus Beaumontii*, Egert. — Maxillaire supérieur droit.
2 — *Ischyodus Sauvagei*, Nob. — Maxillaire supérieur gauche.

Ischyodus Sauvagei (maxillaire supérieur gauche).

L'espèce nouvelle que j'ai découverte l'année dernière dans l'argile kimméridgienne de Châtillon, petite et proportionnellement très-forte, est caractérisée par cinq tubercules de trituration à la face inférieure, et à la face supérieure par un sillon profond qui en occupe la moitié postérieure, et qui est séparé de la symphyse par une surface assez large.

Les cinq tubercules de la face inférieure se divisent en tubercule antérieur, tubercules postérieurs interne et externe et tubercules marginaux.

Le tubercule antérieur est large, ovale, se prolongeant en arrière jusqu'à 2^{mm} du tubercule postérieur interne. Ce dernier, de

même largeur que le précédent (un peu plus de 7^{mm}), occupe en longueur la moitié postérieure du corps de l'os (25^{mm}) saillant et arrondi en avant ; il se prolonge en arrière jusqu'au bord postérieur dont il circonscrit l'échancrure interne. Il est limité en dedans par la symphyse, en dehors par une rigole relativement assez large qui le sépare du tubercule postérieur externe.

Le tubercule postérieur externe est un peu plus étroit que le précédent. Il est aussi moins allongé (longueur 18^{mm}, largeur 6^{mm}). Son extrémité antérieure est située un peu plus en arrière que l'extrémité correspondante du tubercule interne ; son extrémité postérieure se termine brusquement à 1/2 centimètre environ du bord postérieur. Aigu en avant, il est légèrement arrondi en arrière.

En dehors et en avant de ce tubercule, on rencontre le tubercule marginal antérieur, plus petit, mais de même forme (longueur 15^{mm}, largeur 5^{mm}). Le tubercule marginal postérieur caractéristique pour cette espèce occupe le bord dentaire, en dehors et en arrière du précédent. Les dimensions sont un peu moindres (longueur 10^{mm}, largeur 3^{mm}). Tous ces tubercules sont séparés les uns des autres par de petites rigoles légèrement excavées.

La face supérieure présente en allant de dedans en dehors une petite crête *symphysaire* qui dépend du bord interne, puis une légère dépression dans la moitié antérieure ; la moitié postérieure est creusée d'un sillon large et profond dont l'extrémité antérieure, demi-circulaire, correspond exactement à la saillie que forme sur l'autre face le tubercule postérieur interne. La largeur du sillon égale 7 millimètres. Il est limité en dedans par une crête épaisse (4 millimètres) qui le sépare de la symphyse, en dehors par le bord supérieur de l'os.

La face externe, irrégulièrement quadrilatère et perpendiculaire à la précédente est divisée par une rainure antéro-postérieure en deux surfaces ; l'inférieure, située sur un plan plus externe que la supérieure, est exactement parallèle à celle-ci. Cette face est limitée en dedans par le bord supérieur, en dehors et en avant par le bord dentaire, en arrière par l'échancrure externe du bord postérieur.

Bord interne, symphysaire, droit, taillé perpendiculairement à la face inférieure, et se terminant à la crête symphysaire de la face supérieure.

Bord supérieur, mousse, exactement parallèle au précédent.

Bord dentaire, présentant d'avant en arrière trois petites con-

ERRATA*.

1

Octobre 1866.

Tomc.	Page.	Ligne
XXIII,	624,	48, <i>au lieu de : l'étendue, lisez : l'étude.</i>

* Conformément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque livraison du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

cavités séparées l'une de l'autre par deux petites épines, formées par l'extrémité antérieure saillante des deux tubercules marginaux. La concavité antérieure répond à la partie du bord située en avant des tubercules, la seconde au premier de ces tubercules, la troisième au second.

Bord postérieur, présentant deux échancrures séparées par une épine très-prononcée, prolongement du sillon qui limite en dehors le tubercule postérieur et interne.

(Le bord externe et le bord antérieur sont malheureusement incomplets.)

Si l'on rapproche cette description de celles de MM. Agassiz, Egerton, Quenstendt, etc., si l'on étudie les échantillons de la collection Dutertre au musée de Boulogne, on s'assurera facilement que la pièce que nous possédons ne répond à aucune des espèces connues jusqu'ici. L'*I. Beaumontii*, qui se rapproche assez du nôtre, en diffère cependant par des caractères bien tranchés.

Et d'abord la nouvelle espèce, plus petite de moitié que l'*I. Beaumontii*, est proportionnellement plus robuste; celui-ci n'a que quatre tubercules de trituration, le nôtre en a cinq, les deux tubercules marginaux du dernier correspondant au tubercule marginal unique du premier.

Le tubercule antérieur du nouvel *Ischyodus* est absolument plus large, quoique l'espèce soit de moindre taille; son tubercule postérieur interne se prolonge jusqu'au bord postérieur, tandis que dans l'*I. Beaumontii* il s'arrête à un peu moins d'un centimètre de ce même bord.

L'épine du bord postérieur est beaucoup plus accusée; enfin, la rainure de la face supérieure, qui, dans l'*I. Beaumontii*, occupe un peu plus des $4/5^{\text{es}}$ postérieurs de cette face, ne s'étend sur notre échantillon que dans la moitié postérieure de cette même face.

Ces différences suffisent pour motiver la création d'une nouvelle espèce, à laquelle nous avons donné le nom de M. Émile Sauvage, auteur d'un catalogue très-intéressant des poissons fossiles du Boulonnais.

J'ai profité de l'occasion que m'offrait la présente communication pour donner ci-dessus, avec celui de l'*Ischyodus Sauvagei*, le dessin de l'*Ischyodus Beaumontii* qui n'a jamais été figuré. Je dois la communication de cette dernière pièce à l'obligeance de M. Éd. Rigaux, du musée de Boulogne; elle fait partie de la magnifique collection d'ossements fossiles léguée à cet établissement par Dutertre-Delporte.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. Cornuel :

Description des cônes de pins trouvés dans les couches fluvio-lacustres de l'étage néocomien du bassin parisien, précédée de diverses appréciations d'après leur état, et d'observations sur l'origine des eaux de la lagune dans laquelle ces cônes ont été fossilisés ; par M. J. Cornuel (Pl. XII).

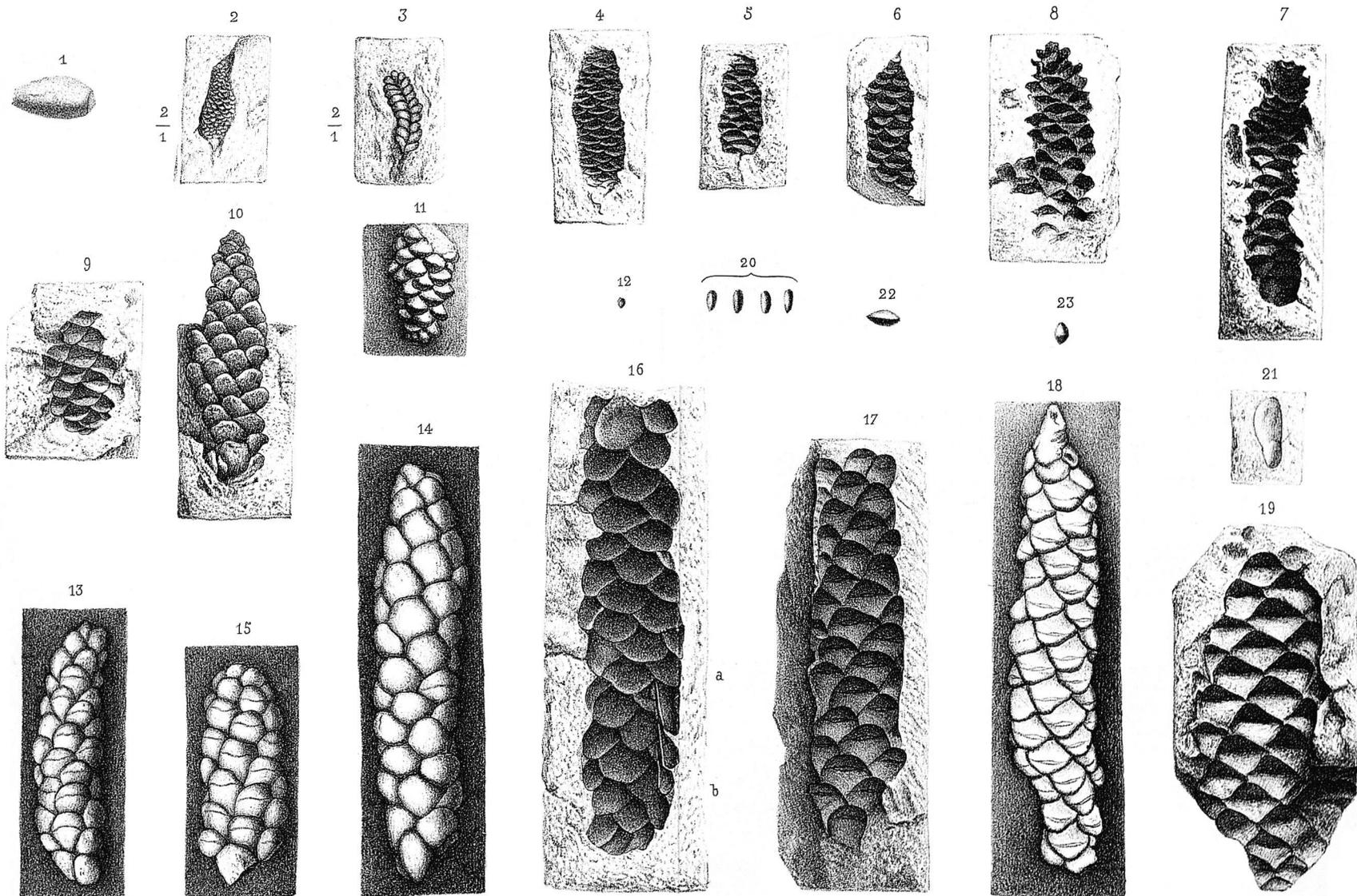
Quoique les débris de végétaux terrestres ne soient pas rares dans certaines parties de la base et du sommet de l'étage néocomien, à l'extrémité orientale du bassin parisien (1), ils y sont généralement en si mauvais état, qu'il est presque toujours impossible d'en déterminer, non-seulement l'espèce, mais même le genre.

Une portion de rameau de *Thuya* du *fer géodique* de Bettancourt-la-Ferrée, près de Saint-Dizier, et deux folioles de fougère du calcaire néocomien de Wassy, sont les seuls témoins caractérisés que je connaisse de la présence de conifères et de fougères dans les couches marines de cet étage (2).

Pendant longtemps, le fer oolithique, qui forme la dernière des couches à fossiles fluvio-lacustres du sommet du même étage, n'a donné que des lignites plus ou moins pulvérulents et toujours indéterminables, plus quelques *Unio* éparses, dont une espèce a été décrite et figurée par Alc. d'Orbigny, dans sa *Paléontologie des terrains crétacés*, d'après des échantillons de ma collection. Mais un jour M. Tombeck remarqua une certaine abondance de coquilles de *Paludina* et d'*Unio*, associées avec des lignites, dans une des minières du sud-ouest de Wassy, et des *Unio* avec des lignites et des cônes de pin dans une autre minière récemment ouverte à l'ouest de la même ville ; et il eut la bienveillante attention de me communiquer le résultat de ses recherches. Ayant

(1) L'étage néocomien est le premier étage du *grès vert inférieur* tel qu'il est indiqué dans ma notice de 1860 (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XVII, pp. 742 et 786).

(2) Entre Ville-en-Blaisois et Morancourt, canton de Wassy, parmi les lignites épars dans la *marne noirâtre*, qui est la plus ancienne de ces couches, il a été trouvé un morceau de succinite de 3, 4 et 5 centimètres dans ses trois dimensions, noir à la surface, verdâtre sur deux petites cassures récentes, et rouge par transparence. Ce morceau fait partie de la collection de M. Tombeck, professeur au lycée Bonaparte.



Formant lith.

Imp. Bocquet, Paris.



longuement exploré moi-même ces deux gisements fossilifères, ainsi que deux autres que j'ai découverts à l'ouest du hameau qui dépend de Wassy, j'ai fini par en recueillir les objets suivants, provenant du tiers inférieur de la couche du fer oolithique.

Reptiles.—Quelques ossements indéterminés.

Poissons.— Une portion de mâchoire de *Pycnodus Mantellii*, Ag., et une dent médiane de *Pycnodus Nicoleti* ? Ag.

Mollusques.—*Paludina*, une espèce et des opercules; une petite coquille bulimoïde, que je considérais d'abord comme étant du genre *Bulimus*, mais qu'il faut peut-être plutôt rapporter au genre *Paludestrina*, d'Orb.; *Unio*, plusieurs espèces, et *Cyclas*, une espèce du sous-genre *Cyrena*.

Annélides.— Deux petits tubes papyracés, bien plus minces que les tubes de Serpules des couches marines du même étage.

Végétaux.— La contre-empreinte d'une noix de *Quercus* (Pl. XII, fig. 1), des fragments de troncs, de branches et de quelques racines d'arbres; des cônes, des graines et des débris de rameaux et de feuilles de pin; une graine (fig. 23) et des extrémités de rameaux de *Thuya*; deux petits morceaux de résine d'un jaune pâle, pulvérulents à la surface, rouges et translucides à l'intérieur; quelques portions de folioles pinnatifides de plusieurs espèces de fougères; et enfin quelques restes de végétaux aquatiques différents des *Fucoïdes* des couches marines de l'étage.

Minéraux.—Un galet de quartz amorphe, opaque, d'un blanc laiteux à la cassure, ayant 9 centimètres de longueur; et un autre petit de quartz blanc, translucide; tous deux étrangers aux roches de la contrée.

La substitution de coquilles fluvio-lacustres à la faune marine, l'étendue dans laquelle on en a déjà remarqué les gisements, l'état de conservation de ces coquilles, qui fait voir qu'elles n'ont pas été charriées loin des endroits où leurs animaux ont vécu, et la stratification régulière des sédiments, bien différente de la disposition des atterrissements de rivières, prouvent que l'on a affaire ici, non pas à un ancien lit de cours d'eau, mais à un vaste amas d'eau douce constituant probablement une lagune.

Entraînés dans cette lagune par les eaux courantes des affluents, les débris de végétaux terrestres étaient loin de s'y échouer tous en bon état. Ainsi, les bois, qui sont maintenant en lignite à fibres incohérentes, n'y ont été enfouis qu'en tronçons et en fragments; et il y en a beaucoup de petits qui n'ont été fossilisés qu'après avoir été usés et arrondis comme des galets. Les feuilles, trop minces pour résister longtemps, ont été presque toujours

brisées; au moins n'ai-je pu réussir à en découvrir d'entières. Les cônes de pin ont bien moins souffert que les bois; de sorte qu'il est probable que les affluents, grossis par la cause que j'indiquerai, ont entraîné plus d'arbres morts que de sujets sur pied, et plus de branches et de fruits que de troncs d'arbres vivants.

Les cônes méritent de fixer l'attention. Ce n'est pas qu'il y en ait dans tous les gisements de lignite et de coquilles fluviolacustres; car je n'en connais encore qu'un provenant des minières du sud-ouest de Wassy, et un autre provenant du grès ferrugineux inférieur au fer oolithique de Sermaize (Marne). Les minières de la forêt voisine de la Grange-au-Ru, commune de Wassy, où les lignites ne sont pas rares, n'en ont pas donné jusqu'à présent; et je n'y ai trouvé de déterminable que la contre-empreinte représentée par la figure 1, et dont la section transversale, parfaitement circulaire, annonce plutôt une jeune noix (gland) de *Quercus* qu'une noix de *Corylus*. Mais, dans les minières qui étaient ouvertes à l'ouest de Wassy, sur le bord méridional de la route, auprès de la cote 200 de la nouvelle carte de France, les cônes de pin se sont montrés en assez grande quantité pour autoriser ce que je vais en dire.

Ici, contrairement à ce que j'ai vu sur d'autres points, la partie fossilifère du dépôt, recouverte par le fer oolithique proprement dit, était circonscrite dans une dépression d'une longueur d'environ 40 mètres et d'une largeur approximative de 19 mètres, creusés dans l'argile rose-marbrée sous-jacente. Elle consistait en deux lits: l'inférieur, d'une épaisseur variant entre 9 et 25 centimètres, formé d'amygdales et de détritits d'argile rose remaniée, et plus ou moins pénétré d'oxyde de fer; le supérieur, d'une épaisseur variable de 18 à 21 centimètres, constitué par de l'oxyde de fer plus ou moins ocreux, ordinairement plus compacte qu'oolithique; ces deux lits séparés l'un de l'autre par un feuillet d'argile grise et plus souvent ferrugineuse, qui variait entre 6 et 16 centimètres d'épaisseur. Ce feuillet intermédiaire ne contenait guère que les corps les plus légers ou de petite dimension, tels que des feuilles de pin, des fragments de folioles de fougères, un des deux petits morceaux de résine, une jeune *Unio* longue d'un centimètre (1). Les cônes de pin étaient dans les deux lits qu'il sé-

(1) Ce feuillet intermédiaire annoncerait plutôt une intermittence locale dans l'agitation des eaux qu'un fait général pour la contrée, car il n'a pas été remarqué jusqu'à présent dans les autres gisements de lignite et d'*Unio*.

paraît. L'un et l'autre en contenaient de toutes grandeurs, entremêlés avec les lignites ordinaires et les *Unio*. L'état des fossiles et la netteté de beaucoup d'empreintes m'ont permis de faire les appréciations suivantes.

I. — Particularités et appréciations diverses.

1° Le *Pinus gracilis* m'a donné des cônes de toutes grandeurs, depuis le simple chaton femelle de 7, de 10 et de 11 millimètres, jusqu'à 44 millimètres, qui constituent la plus grande longueur connue. Sur vingt-sept sujets, vingt, ou environ les trois quarts, étaient au-dessous de la demi-grandeur, et sept, ou à peu près un quart seulement, la surpassaient. Les moins nombreux étaient ceux des deux extrémités de la série. Les plus nombreux étaient ceux de dimension moyenne, à de légères différences près plutôt en moins qu'en plus.

Le *Pinus submarginata*, dont les cônes ont, dans leur plus grande longueur connue, environ 123 millimètres, ne m'a pas montré de sujets ayant moins de 45 millimètres ou de trois huitièmes de la grandeur maxima. Sur vingt-six sujets, quinze variaient entre 70 et 75 millimètres, ceux de 70 à 72 étant même un peu plus nombreux que le surplus des quinze. Ceux qui étaient au-dessous de 70 millimètres ne faisaient que le cinquième, et ceux au-dessus de 75 millimètres environ le quart de la totalité, les plus longs de tous étant les plus rares. En somme, les deux tiers du total étaient à peu près aux trois cinquièmes de leur accroissement (1).

Le *Pinus aspera*, que j'estime avoir été environ six fois plus rare que chacune des deux espèces qui viennent d'être citées, n'a pas donné de sujets au-dessous de 30 millimètres et au-dessus de 48 millimètres, ni de grandeur prédominante entre ces deux limites. La plus petite longueur connue est donc entre trois cinquièmes et deux tiers de la plus grande (2).

(1) Quoique beaucoup d'autres sujets des *Pinus gracilis* et *submarginata* n'aient donné lieu à aucun mesurage, comme n'étant pas assez entiers, l'examen de leurs largours et de la hauteur des tours d'hélice m'a paru confirmer les rapports numériques que je viens d'indiquer pour chacune de ces deux espèces.

(2) Je ne puis indiquer de proportion au sujet du *Pinus rhombifera*, n'en connaissant que deux exemplaires. Je suppose seulement, sans l'affirmer, que son degré d'accroissement correspondait à celui du *Pinus submarginata*.

Ainsi, le *Pinus gracilis* aurait été une espèce plus tardive que les deux autres.

Quant aux différences de grandeur dans chaque espèce, elles procèdent sans doute d'abord du mélange des cônes qu'on nomme aujourd'hui de première année avec ceux dits de seconde année, et ensuite, pour ceux de la même année, des altitudes et des expositions diverses auxquelles croissaient les arbres, et peut-être aussi de leur degré de vigueur.

La terre ferme du voisinage de notre golfe néocomien subissait l'influence des saisons, bien qu'on ne puisse pas préciser ce qu'elles étaient alors, ni les écarts de température qui pouvaient les différencier. En effet, sous un climat exempt de variations, les cônes de pin auraient dû être en nombre égal dans chaque grandeur, et l'on vient de voir qu'il n'en était pas ainsi. Cela se conçoit d'autant mieux qu'il s'agit d'une contrée qui n'était pas intertropicale, et de végétaux qui ne recherchent pas une température élevée et uniforme, et qui sont soumis à celle de l'atmosphère et non à celle des mers.

Outre les chatons femelles mentionnés plus haut, j'ai recueilli quatre chatons mâles de 6 millimètres de longueur, dont un a son empreinte extérieure reproduite par la figure 2, et dont un autre a l'empreinte de sa section longitudinale représentée dans la figure 3. Sur le sujet original et sur l'autre partie de l'empreinte, on voit, mieux encore que sur le dessin, que les anthères de ce dernier n'étaient pas flétries lors de la fossilisation.

Il est probable que ces chatons mâles appartenaient à l'espèce dont les cônes nouveaux étaient le moins avancés, c'est-à-dire au *Pinus gracilis*.

Enfin, sans vouloir en fixer la durée totale, et en le considérant seulement par rapport à la période annuelle, le ravage de la végétation a atteint les pins lorsque leur floraison n'était pas terminée, et que leurs cônes de seconde année, quoique déjà très-développés, n'avaient pas atteint leur entière maturité. Il aurait eu lieu dans le milieu de l'année ou, plus exactement, vers la fin du printemps et en été.

2° Ce phénomène a eu évidemment pour cause le dernier exhaussement de notre sol néocomien, qui a dû produire simultanément un changement de nature des sédiments et une grande perturbation atmosphérique. Cette perturbation est prouvée par ses résultats. En effet, les cônes ont été violemment détachés des arbres, puisque la plupart étaient loin du terme de leur accroissement. J'en ai même remarqué plusieurs qui ne sont tombés que

par la rupture des rameaux sur lesquels ils croissaient, et qui se sont fossilisés en restant attachés à ces rameaux. Je possède notamment un exemplaire où se voient les empreintes d'un fragment de jeune branche et de sept cônes de *Pinus submarginata* qu'elle portait, et qui ne formaient pas plus de deux groupes sur cette branche. Peu de sujets ont eu le sommet de leurs écailles usé par le charriage; encore ces écailles sont-elles restées indéhiscentes, même après avoir subi un retrait plus ou moins prononcé. Il y en a eu un plus grand nombre de rompus sans subir d'usure. On conçoit que les froissements éprouvés aient aidé des graines à se détacher; aussi en trouvait-on qui s'étaient fossilisées isolément. Mais beaucoup de cônes étaient intacts, et les écailles restaient exactement appliquées les unes sur les autres chez une grande partie d'entre eux, et se laissaient seulement séparer dans d'autres par un feuillet de limonite. Dans ce dernier cas, ce feuillet a enveloppé les graines et en a conservé les empreintes. Suivant le degré de consistance de la gangue, certains cônes ont été plus ou moins comprimés, et d'autres se sont maintenus sans déformation. Plusieurs, et principalement ceux qui ont été enveloppés par une argile ferrugineuse fine, ont subi un retrait qui s'est produit par des rides longitudinales sur la partie cachée des écailles, et par d'autres rides, ordinairement rayonnantes, sur leur partie saillante, à la manière du desséchement qu'éprouvent des cônes que l'on cueille encore verts.

3° Je ne connais que trois tronçons de cônes dont les écailles se soient recroquevillées et aient pris une position presque perpendiculaire à l'axe. Ils étaient adultes et appartenaient, deux au *Pinus gracilis* et un au *Pinus aspera*. Il m'a semblé que c'étaient des cônes d'une année antérieure, qui, tombés naturellement après leur maturité, s'étaient desséchés sur le sol assez longtemps avant d'être entraînés par la crue des eaux courantes. Leur état et leur rareté faisaient contraste avec le reste.

4° On sait que, dans les Abiétés, l'enroulement des cônes se fait en hélice, disposition qui continue celle des feuilles sur les rameaux, et que leur symétrie est telle qu'outre l'hélice principale, il y a une hélice secondaire toujours en sens contraire de l'autre. Le véritable sens de l'enroulement étant celui de l'hélice principale, il variait, en chacune des espèces néocomiennes décrites et figurées en cette notice, comme chez les abiétés de l'époque actuelle, qui produisent des cônes dextres et des cônes sénestres sur le même arbre. En considérant les deux hélices d'un même cône, chaque rang d'écailles reparaisait au-dessus des

deux suivants dans l'une, et au-dessus des quatre suivants dans l'autre, présentant ainsi un ensemble triple dans un sens et un ensemble quintuple dans le sens opposé.

5° J'ai vu des exemples de carie des rameaux, de carnosité de la base ou du court pétiole des feuilles, et de squamation des bourgeons, ce qui prouve l'ancienneté de ces affections pathologiques.

II. — *Origine et convergence des cours d'eau qui ont formé la lagune.*

D'après les cartes géologiques départementales, l'affleurement de l'étage néocomien, y compris son fer géodique remanié sur place, suit une ligne à peu près droite depuis Sancerre sur la Loire jusqu'à Reffroy, village de la Meuse, situé au centre d'un espace triangulaire dont les villes de Ligny, Vaucouleurs et Gondrecourt occupent les angles. A Reffroy, il se replie en angle aigu, de manière à se rapprocher de la vallée de la Saulx. Ensuite il se contourne pour gagner Hargeville, en passant par Fains près Bar-le-Duc; et d'Hargeville il s'étend au nord jusque dans le canton de Vaubecourt (Meuse), où il disparaît en prenant une direction souterraine qui paraît le conduire dans les environs de Grandpré (Ardennes). L'angle qui aboutit à Reffroy est le témoin de la baie néocomienne de l'est.

A cause de son orientation et de son peu d'étendue, l'Ardenne française ne pouvait envoyer beaucoup d'eau douce au bassin marin, ni la diriger vers la baie orientale.

Les rivières du sud-est, depuis la Loire jusqu'à l'Aube inclusivement, ne donnaient rien non plus à cette baie. Elles coulaient, en effet, sur un versant peu ou point accidenté, et dont le pied formait un littoral presque rectiligne; de sorte qu'elles devaient être sensiblement parallèles entre elles, en prenant chacune une direction orthogonale au rivage marin, disposition qui se remarque encore dans les portions des rivières actuelles de cette région qui sont extérieures à l'affleurement néocomien. Cette direction n'était pas celle de l'est.

Les eaux courantes de la Haute-Marne ne provenaient que de la surface comprise entre la ligne anticlinale de Langres et le rivage néocomien qui, parallèle à cette ligne, existait au sud de Joinville; et encore devait-il s'en écouler une partie vers l'Aube, dans le sens de la vallée actuelle de l'Aujon, qui était sa direction normale. En tous cas, ne coulant que sur les étages jurassiques,

ces eaux ne devaient entraîner dans le bassin néocomien et enfouit dans ses sédiments que des galets de calcaire, et tout au plus quelques-uns de grès dit infra-liasique, et non pas des galets de roches anciennes, et notamment de quartz compacte, tels que ceux qui sont indiqués plus haut et ceux dont j'ai parlé ailleurs (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. VIII, p. 323) (1). Elles n'auraient pas été suffisantes pour former une lagune dont la largeur est déjà connue, par ses fossiles particuliers, sur une étendue rectiligne de 34 kilomètres.

Mais les eaux de la Lorraine et d'une partie du duché de Luxembourg affluaient dans la baie de l'est, et la somme en était assez considérable à cause de l'étendue de la contrée qui les fournissait. Il y arrivait toutes celles que la Meuse et la Moselle entraînent aujourd'hui au bassin de la Seine.

Les vallées des anciens affluents ont changé de niveau géologique. Ainsi la Marne, qui, avec son orientation actuelle, aurait atteint la mer néocomienne aux environs de Joinville (Haute-Marne), et même au delà dans le commencement et au milieu de la période, coule aujourd'hui, à Joinville même, à peu près à 150 mètres au-dessous du premier dépôt de cette ancienne mer. La Moselle, qui n'atteint plus maintenant le niveau géologique du calcaire à Astartes, a coulé autrefois sur la craie chloritée de la bordure occidentale du département de la Meuse. M. Amand Buvignier (*Statistique géologique de la Meuse*, 1852, p. 92-94) a clairement établi ce dernier fait par la reconnaissance des plus anciennes alluvions d'origine vosgienne déposées par cette rivière. C'est par ce moyen qu'il a constaté que, bien après l'époque néocomienne, la Moselle passait par le col de Pagny, par Void-sur-Meuse, puis, à une altitude de près de 300 mètres, d'une part sur le plateau de gaize (craie chloritée) des deux côtés de la Biesme, depuis Beaulieu-en-Argonne (Meuse) jusqu'à Vienne-le-Château (Marne), et, d'autre part, à Montfaucon et à Cunel (Meuse) en des points où la pente générale du sol est dirigée vers la vallée de l'Aire, qui appartient, ainsi que la Biesme, au bassin hydrographique de la Seine. Il a constaté de même que ses anciennes alluvions se voient également à 150 et même 200 mètres au-dessus du niveau actuel de la Meuse, à Dun et en amont de cette ville; et, avec la collaboration de M. Sauvage (*Statistique géol. du dép. des Ardennes*, 1842), il les avait déjà trouvées sur le

(1) J'ai trouvé aussi un galet de quartz compacte blanc dans la couche rouge qui succède au fer oolithique.

prolongement de cette dernière direction, dans le département des Ardennes, à 100 et 120 mètres au-dessus du même niveau, entre Mouzon et Frénois et au nord de Sedan. Enfin, il a fait remarquer que la Moselle s'était ensuite renfermée dans la vallée de la Meuse en l'approfondissant progressivement, comme le prouvent les étages de galets qu'elle y a laissés, et qu'en dernier lieu elle avait abandonné cette vallée, ainsi que Void-sur-Meuse et le col de Pagny, pour prendre, à partir de Toul, son cours actuel vers le Rhin.

Or, puisque la Moselle passait encore à Void-sur-Meuse à l'époque alluviale ancienne, poursuivant ainsi la direction E. O. qu'elle conserve toujours en amont de Toul, et qu'elle était certainement tributaire, au moins partiellement, du bassin géologique parisien après la formation de la craie chloritée, aucune partie de son cours ne pouvait échapper antérieurement à la mer néocomienne du même bassin. En effet, rien n'était de nature à lui faire éviter la ligne synclinale qui a donné à la baie de l'est la disposition en pointe encore attestée aujourd'hui par les sédiments néocomiens des côtes de Reffroy. Void, où elle passait tout entière, n'est qu'à 13 kilomètres de ces côtes, qui étaient alors sous-marines ; et, en faisant la part de ce que la dénudation a enlevé aux couches néocomiennes depuis leur émergence, puis en considérant que, les lignes anticlinales étant loin du rivage, la déclivité des versants était faible, on doit en conclure que la ligne littorale de la baie, celle où l'altitude et la profondeur se réduisaient à zéro, atteignait au moins le sol de Void, et qu'ainsi le cours d'eau était absorbé en entier par cette baie (1). S'il en avait été autrement, le lit ou les lits d'écoulement de ce cours d'eau hors du bassin parisien n'auraient été possibles qu'à la condition de prendre, en aval de Void, et à plus forte raison hors de France, un niveau inférieur à

(1) Le fer géodique remanié de Reffroy est à 11 kilomètres en avant de celui qui est resté en couche normale, avec une épaisseur de 8^m,40, à Hévilleiers, de même que celui remanié du signal de Noncourt (Haute-Marne) est à 11 kilomètres de la ligne qui joint les outiers de Sossa et de la Landre, au-dessus de Joinville et de Chevillon (même département). Les points extrêmes des gisements connus de minerais remaniés ne confinaient pas au rivage, car quelques cavités isolées, remplies de ce minerais, ont été exploitées au S. E. de Germay, à 6 kilomètres 1/2 du signal de Noncourt. Tous les gisements étaient constitués de manière à indiquer qu'ils ne provenaient pas des débris du biseau extrême de la couche ; et les remaniements s'étaient faits sur place, n'y ayant pas eu de mélange de roches et de galets venant de loin, mais seulement, çà et là, des débris d'animaux terrestres qui

celui de la mer néocomienne; sinon il se serait formé un lac au sud de l'Ardenne. Dans le premier cas, des dépôts néocomiens se seraient faits à travers l'Ardenne et jusque sur l'axe du département de la Meuse. Dans le second, ce département aurait reçu des sédiments lacustres de la même époque. Cependant les uns et les autres y sont inconnus. Les mêmes observations s'appliqueraient aux départements de la Meurthe et de la Moselle et au massif rhénan, si la vallée de la Moselle s'était déjà trouvée ouverte du côté du Rhin.

Ainsi la Moselle ancienne, grossie des eaux que la Meurthe verse dans la Moselle actuelle, se jetait dans la baie néocomienne de l'est.

La haute Meuse ne pouvait manquer de s'y jeter aussi, interceptée qu'elle était, soit par la baie elle-même, soit par l'ancien cours de la Moselle, qui s'y rendait suivant les pentes alors existantes.

A l'égard des eaux de la Lorraine septentrionale et d'une partie du grand-duché de Luxembourg, elles suivaient nécessairement les deux grandes lignes synclinales, actuellement effacées, dont les anciens dépôts marins, figurés sur la carte géologique de la France, font retrouver la direction primitive. L'une de ces lignes, séparant les Vosges septentrionales du Hunsrück et de la région mélaphyrique et houillère adjacente, partait de Deux-Ponts et descendait vers la Moselle ancienne, qu'elle atteignait probablement non loin de Toul. L'autre, installée entre le Hunsrück et l'Ardenne, et passant par Bitbourg et Luxembourg, pouvait aboutir au bassin entre Sainte-Menehould et Bar-le-Duc, à peu près dans la direction de Sermaize (Marne).

Cette convergence des cours d'eau de l'est et du nord-est fait

étaient d'un charriage plus facile que les fragments de roche et de minerai. D'ailleurs, grâce à l'abaissement produit par une faille, un lambeau de la couche normale était intact au bord des cavités à minerai remanié au nord-est de Poissons, auprès du bois de Melaire, à demi-distance des cotes 374 et 392 (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. IV, p. 272-273, et pl. XIII, fig. 2, et XIV, fig. 8).

Par induction de ce qui précède, le rivage devait être également, à la fin de l'étage néocomien, à plus de 47 kilomètres $1/2$ ($11 + 6$ et $1/2$) à l'est du fer oolithique conservé par la faille de Nancy, et se trouver, dans le département de la Meuse, au delà d'Héville. Si donc, au commencement de l'étage, les flots atteignaient Void, ils pouvaient bien, à la fin, atteindre encore Reffroy.

comprendre facilement la présence de galets exotiques dans les couches néocomiennes de l'extrémité orientale du bassin parisien, la formation d'une lagune lors du plus grand exhaussement de son fond, et la présence, dans les dépôts de cette lagune, de coquilles fluvio-lacustres non roulées ou peu tourmentées et de débris plus ou moins fracturés de Pins, arbres dont la station naturelle devait être plus près des montagnes que du bord non accidenté de la baie néocomienne.

Ce qui précède suffisant pour faire rapporter les faits à leur véritable cause, je laisse à part les atterrissements d'embouchure que la berge gauche de la Marne coupe transversalement à Saint-Dizier, ville située presque exactement sur le prolongement de la ligne de Toul à Void-sur-Meuse (ancienne Moselle). Encaissés dans l'argile ostréenne, ils sont d'une période de calme, puisqu'ils ne se composent que d'alternances d'argile gris-bleuâtre, d'argile sableuse et de sable quartzeux légèrement micacé, sans mélange de galets. Ils sont très-différents, par leur nature, des anciennes alluvions à graviers calcaires qui les recouvrent en prenant une grande extension tant sur le territoire de Saint-Dizier que dans la vaste plaine basse du Perthois. Leur stratification n'a rien de commun avec la disposition de ces dernières alluvions, avant le dépôt desquelles ils ont d'ailleurs subi une dénudation. La continuité de leurs couches, du fond vers les bords, prouve en outre que le courant qui les a formés a été constamment plus considérable que ne l'indiquent ses vestiges actuels. En effet, le dernier lit de ce courant conserve encore, après la dénudation, une section de plus de 717 mètres carrés (1). C'est le double de celle que présenterait la Marne actuelle dans une crue extraordinaire qui la ferait monter jusqu'aux clefs des voûtes de son nouveau pont. Mais comme l'orientation d'une seule coupe ne suffit pas pour indiquer une direction générale, parce qu'elle pourrait être l'œuvre d'une simple sinuosité; que l'ancien lit dont il s'agit n'a en-

(1) Voir *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XVII, p. 783, et *Mémoires* de la même Société, 4^{re} sér., t. IV, pl. XIII, fig. 1, et pl. XIV, fig. 1 et 2. La figure 1 de cette dernière planche représente exactement la disposition et la puissance relative des atterrissements, sauf que les inclinaisons ne sont que de 10, de 12 et de 13°. La profondeur de l'ancien lit est de 2^m,60 au moins. Sa largeur, dans le haut, est de plus de 300 mètres. Son fond, visible au-dessus de l'étiage de la Marne, en 1864 et 1865, est bombé dans son milieu, et a 252 mètres de largeur. Ces mesures, prises sur place, donnent pour section transversale 717^m,60 carrés.

core été vu que dans le sous-sol de la vallée de la Marne, les alluvions qui couvrent ce sous-sol empêchant de vérifier positivement si sa partie d'amont était étrangère à cette vallée, et s'il y a, en aval, quelque couche régulière en superposition; que l'*Unio* pyrriteuse qui provient de ses atterrissements n'est pas assez intacte pour être déterminée spécifiquement; et que les cônes, en lignite enveloppés de marcassite, qui en proviennent aussi, sont tous du *Pinus elongata*, d'Orb., espèce différente de celles du fer oolithique, il est plus prudent d'attendre de nouvelles observations pour fixer l'origine du cours d'eau qui a produit ces divers effets locaux.

III. — Description sommaire des cônes fossiles.

Observations générales. — Les dessins sont exécutés d'après des photographies de grandeur naturelle, faites avec soin et suivant mes indications, par MM. Haudot frères, photographes à Troyes.

Les figures 11, 13, 14, 15 et 18 représentent des reliefs obtenus au moyen d'étain coulé dans des empreintes (1).

Les figures 4, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 17 et 19 représentent des empreintes. Renversées, elles représentent des cônes en relief, sauf qu'elles montrent alors comme dextres ceux qui étaient sénestres, et réciproquement.

Tribu : ABIÉTÉES. Ad. Brongniart.

Genre : *Pinus*. Tournefort.

1^{re} espèce : *Pinus submarginata*, Cornuel.

Fig. 13-18.

Cônes minces, longs et cylindriques, plusieurs ayant le même point d'insertion sur les rameaux; écailles à sommet épais, arrondi et presque hémisphérique, peu ombiliquées; bord de ces écailles faiblement saillant, placé à peu près à moitié de la hauteur de leur portion visible, et se courbant dans son milieu par inflexion vers la base.

(1) J'ai employé l'étain parce qu'il faut briser la pierre pour en retirer le modèle, et qu'une substance moins tenace n'aurait pu être dégagée sans se fracturer; mais son refroidissement trop prompt et la dilatation de l'air qui reste engagé l'empêchent de reproduire le sujet avec le degré de netteté que les empreintes ont conservé.

Observations. — Il y a des cônes plus longs et plus étroits que d'autres; mais cette différence, la seule qui soit connue, ne m'a pas paru suffisante pour établir des variétés et pour leur faire donner des noms particuliers. Il y a aussi beaucoup d'empreintes qui ne portent pas d'indices du bord flexueux des écailles, les unes par défaut de netteté suffisante, les autres comme étant enduites de lignite pulvérulent ou de particules d'oxyde de fer.

Maximum des dimensions connues. — Longueur : environ 0^m,423. Diamètre : 0^m,020.

Gisement et localités. — Wassy, dans le fer oolithique, auprès de la route de Montier-en-Der, et dans la forêt entre les chemins de Wassy et de Brousseval à Bailly-aux-Forges; Sermaize (Marne), auprès de la fontaine minérale, dans le grès ferrugineux inférieur au fer oolithique. Cette espèce est la plus abondante de toutes celles qui ont été découvertes.

Explication des figures. — Fig. 13. Relief d'un cône encore jeune et un peu comprimé, le sommet en haut.

Fig. 14. Relief d'un cône adulte; le sommet en haut.

Fig. 15. Relief du sommet d'un autre cône adulte, le sommet dirigé en haut.

Fig. 16. Empreinte d'un cône adulte; le sommet en bas. La gangue qui s'est introduite entre les écailles montre, en *a b*, la longueur et l'épaisseur de deux des écailles peu éloignées du sommet.

Fig. 17. Portion d'empreinte d'un cône adulte en parfait état de conservation, le sommet en haut.

Fig. 18. Relief d'un cône comprimé, plus étroit que d'autres de la même espèce, le sommet en bas.

2^e espèce : *Pinus rhombifera*, Cornuel.

Fig. 19.

Cônes cylindriques; écailles épaisses et ne paraissant pas ombiliquées, leur contour visible affectant la forme d'un rhombe. Bord de l'écaille légèrement saillant et disposé suivant la grande diagonale du rhombe.

Observation. — La forme rhomboïdale de la partie saillante des écailles m'a paru être un caractère naturel, et non pas un effet de compression, car je l'ai remarquée sur le relief d'un autre sujet, et même sur les écailles d'une rangée un peu écartée des deux rangs qui lui étaient contigus.

Dimensions. — A peu près les mêmes que dans l'espèce précédente

Gisement et localité. — Dans le fer oolithique de Wassy, auprès de la route de Montier-en-Der. Très-rare.

Explication de la figure 19. — Portion d'empreinte d'un cône adulte, le sommet en haut.

3^e espèce : *Pinus gracilis*, Cornuel.

Fig. 4 et 5.

Cônes petits, ordinairement ovoïdes-allongés dans leur jeunesse, et cylindriques étant adultes; écailles courtes, dont la largeur excède le double de l'épaisseur, à bord saillant, et ne portant pas de traces sensibles d'ombilic. Pétiotes ou points d'attache des feuilles très-petits sur les jeunes rameaux.

Maximum des dimensions connues. — Longueur : 0^m,044. Diamètre : 0^m,013.

Gisement et localité. — Dans le fer oolithique de Wassy, auprès de la route de Montier-en-Der, où elle était assez abondante.

Explication des figures. — Fig. 4. Empreinte d'un cône d'âge moyen, vue le sommet en haut.

Fig. 5. Empreinte d'une portion de cône de même espèce, à écailles un peu plus épaisses, vue dans la même position que la précédente.

Observation. — Dans les sujets que la compression a déformés avant l'entière consolidation de leur gangue, les écailles ont produit des empreintes en forme de losange, et les parties saillantes de ces empreintes ont subi un refoulement.

4^e espèce : *Pinus aspera*, Cornuel.

Fig. 6-12.

Cônes assez courts et de forme cylindrique; écailles très-proéminentes, ombiliquées au sommet, et dont l'épaisseur a environ les trois cinquièmes de la largeur.

Maximum des dimensions connues. — Longueur : 0^m,048. Diamètre : 0^m,014.

Gisement et localité. — Les mêmes que pour l'espèce précédente. Rare.

Explication des figures. — Fig. 6. Empreinte de la partie médiane d'un cône d'âge moyen, le sommet en bas.

Fig. 7. Empreinte d'un cône courbe dont les deux extrémités rentrent dans la gangue, le sommet en haut.

Fig. 8. Empreinte d'une portion de cône adulte, le sommet en haut.

Fig. 9. Portion d'empreinte d'un sujet adulte, dont le sommet, qui est en bas, est masqué par une partie de la gangue.

Fig. 10. Moule des interstices des écailles dans un sujet adulte vu le sommet en haut. Ce moule, où la disparition du lignite a laissé les écailles en creux, reste engagé dans une partie de l'empreinte, dont une autre partie, appartenant au sommet, est reproduite par la figure 9.

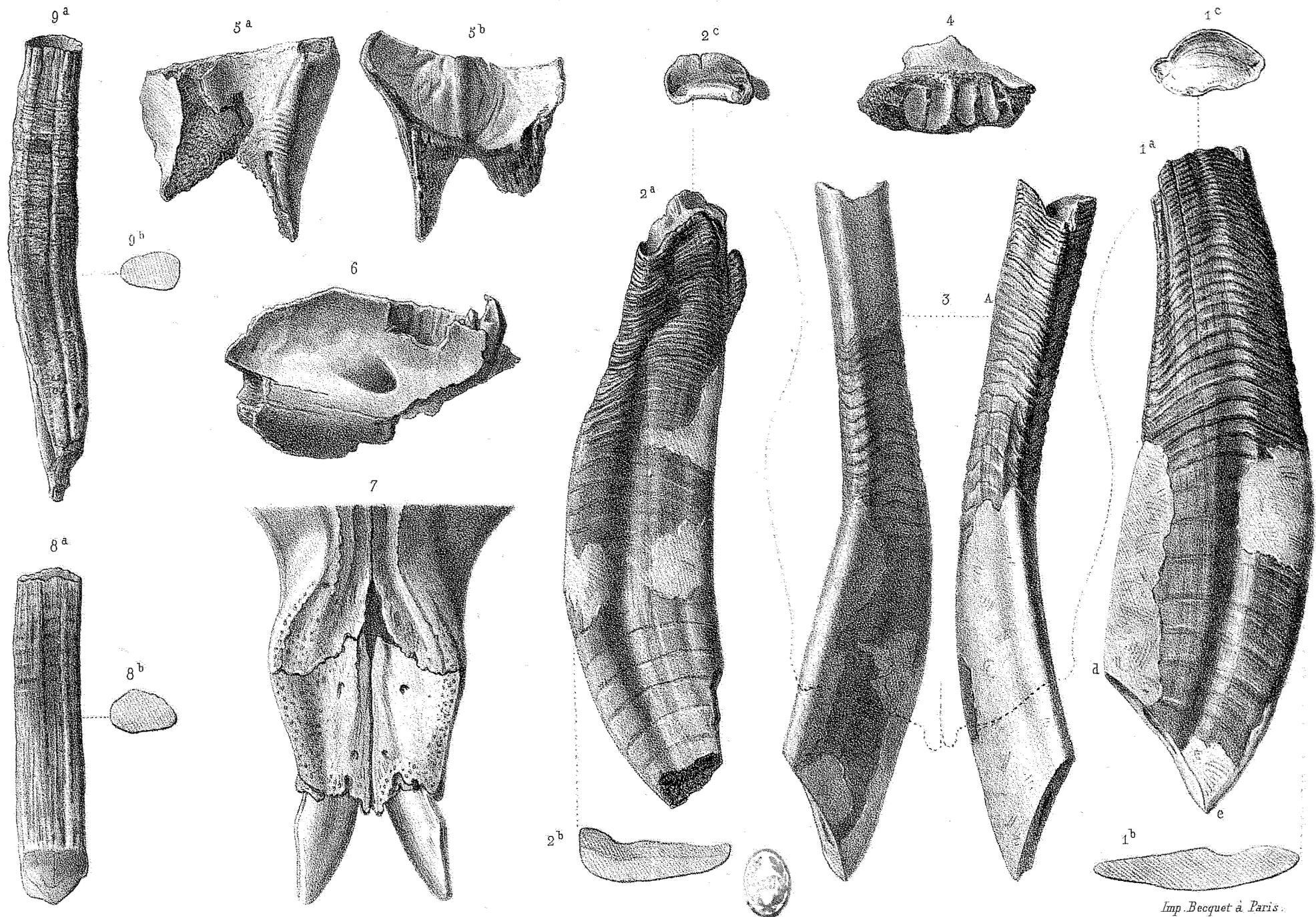
Fig. 11. Relief du sommet, obtenu au moyen de l'étain coulé dans l'empreinte dont la figure 9 représente un côté.

Fig. 12. Une graine, dépourvue de son aile membraneuse et vue dans sa plus grande largeur.

Observations au sujet du Pinus elongata, d'Orb.

Une autre espèce a été ainsi nommée, sans description, par Alcide d'Orbigny, dans son *Cours de paléontologie stratigraphique*, tome II, page 617. Ses cônes étant pénétrés et enveloppés de marcssite, leurs empreintes ne peuvent être assez dégagées pour être nettement reproduites par les procédés photographiques. J'ai cependant pu m'assurer qu'elle diffère assez des espèces qui viennent d'être décrites pour ne pouvoir être confondue avec aucune d'elles. Ainsi elle a des dimensions que n'atteint pas la plus grande des autres, puisqu'on lui connaît une longueur de 0^m,250 et un diamètre de 0^m,040. Comparée au *Pinus submarginata*, dont elle s'éloigne le moins, elle a des écailles bien plus larges et dont l'extrémité découverte est proportionnellement moins haute et moins épaisse, ce qui en rend le contour supérieur moins arqué. Le bord saillant et flexueux de l'écaille n'y marque pas aussi exactement la diagonale de celle-ci, mais paraît plutôt intermédiaire entre cette diagonale et le contour supérieur. Ses graines, parfaitement fossilisées par la marcssite, et dont la figure 22 en représente une nue, vue par côté et dans une position horizontale, sont plus grosses, leur épaisseur étant plus forte que la largeur des graines représentées par la figure 20.

Le *Pinus elongata* n'a pas non plus le même gisement que les autres espèces, ainsi qu'on l'a vu à la fin du paragraphe II.



Imp. Becquet à Paris.

Rytiodus Capgrandi, fig. 1, 2, 3, 4, 5. — Autre Sirénien fossile, fig. 6. — Dugong^g vivant, fig. 7, 8 et 9.

Explication des figures 1, 2, 3, 20, 21, 22 et 23.

Fig. 1. Contre-empainte d'une noix de *Quercus*, vue inclinée de 10° pour faire mieux distinguer son point d'attache. Son contour transversal est circulaire. L'extrémité supérieure s'est brisée avec la gangue. Du fer oolithique de la Grange-au-Ru, près Wassy. Très-rare.

Fig. 2. Empreinte d'un chaton mâle de *Pinus*; double de la grandeur naturelle. Du fer oolithique de Wassy. Rare.

Fig. 3. Empreinte d'un chaton mâle de *Pinus*, coupé longitudinalement et montrant l'empreinte des étamines et de leur axe ou pédoncule commun; double de la grandeur naturelle. Du même gisement. Rare. Une autre était dans le même état à côté de celle-ci.

Fig. 20. Quatre graines nues de *P. submarginata*, dont une est vue par son arête latérale. Aussi du même gisement. Assez rares en tant que séparées des cônes.

Fig. 21. Aile membraneuse d'une graine probablement du *P. submarginata*. Du feuillet argileux intermédiaire dans le même gisement. Très-rare.

Fig. 22. Graine nue du *P. elongata*, vue par côté et dans une position horizontale. D'un des cônes pyriteux de l'ancien cours d'eau de Saint-Dizier.

Fig. 23. Graine de *Thuja*. La partie supérieure est lisse et luisante, et l'inférieure est mate des deux côtés sur les deux cinquièmes environ de la longueur. Avec les cônes de *Pinus* et de petits rameaux de *Thuja*, dans le fer oolithique de Wassy. Très-rare.

M. Éd. Lartet fait la communication suivante :

Note sur deux nouveaux Siréniens fossiles des terrains tertiaires du bassin de la Garonne; par M. Éd. Lartet (Pl. XIII).

Il y a environ deux ans que notre confrère, M. Tournouër, qui étudie avec tant de soin la succession géologique des formations tertiaires du bassin de la Gironde, m'apporta, de la part de M. Capgrand, pharmacien, à Sos (Lot-et-Garonne), des restes de vertébrés assez intéressants au point de vue de leurs affinités génériques, et aussi de la diversité de leurs gisements respectifs.

Il fut aisé d'y reconnaître des dents molaires de *Dinotherium*, de *Mastodonte*, de *Rhinocéros* et de ruminants, lesquelles prove-

naient d'espèces connues, et dont M. Tournouër a dû donner ou donnera la liste dans la partie de ses travaux où il sera question des gisements explorés par M. Capgrand. Dans un lot distinct de cet envoi, nous remarquâmes quelques pièces fragmentées d'un aspect singulier, et qui, rapprochées entre elles, me parurent accuser des formes nouvelles ou tout au moins inconnues pour moi. Ces morceaux, que je reconnus être des parties de plusieurs dents fracturées, avaient été trouvés conjointement avec quelques fragments de crâne et des tronçons de côtes rapportables à un animal d'assez grande taille. Ces derniers os étaient remarquables par leur structure anatomique très-compacte. Quant à la provenance de ces débris, on sait positivement qu'ils avaient été extraits d'une carrière sise à Bournic (Lot-et-Garonne) dans la vallée de la Gellise et presque à la limite qui sépare ce département de celui des Landes. Le niveau et les relations géologiques de ce gisement ont été parfaitement définis par M. Tournouër; c'est un calcaire marin coquillier (étage de Bazas), avec *Cerithium plicatum*, *Pyrula Lainei*, *Mytilus aquitanicus*, etc., surmontant constamment, dans les environs de Sos, le calcaire lacustre gris de l'Agenais, dont le parallélisme avec le calcaire de la Beauce est généralement accepté.

En retournant à M. Capgrand les autres fossiles dont il avait été possible de retrouver immédiatement les identités spécifiques, je gardai, pour en faire le sujet d'une étude spéciale, les objets recueillis à Bournic, et M. Tournouër voulut bien le prier de rechercher s'il ne serait pas resté dans son cabinet, à Sos, quelques fragments détachés de ces pièces, lesquels auraient pu en rendre la restauration plus facile. La réponse de M. Capgrand fut négative; une seconde démarche faite aux mêmes fins par M. Auguste Capgrand fils n'ayant produit aucun résultat nouveau, j'ai dû essayer de reconstruire celles des pièces de cet ensemble de fragments, pour lesquelles il m'a été possible de retrouver des points de repère. C'est le résultat de cette tentative que j'ai placé sous les yeux de la Société, et je viens maintenant lui soumettre les rapprochements et déductions qui ressortiraient de l'étude comparative de ces restes de vertébrés fossiles.

Les morceaux qui dès l'abord ont été reconnus comme étant des portions de dents laissent en effet apercevoir, sur leurs faces de cassures, une texture mate, compacte et sans stries entrecroisées ni lignes concentriques, comme on en voit sur la tranche des défenses d'éléphant ou d'hippopotame; c'est la dentine ou ivoire. Les tronçons de ces dents larges et comprimées sont recouverts sur l'une de leurs faces un peu convexe d'une enveloppe très-

mince d'émail ; sur la face opposée qui est sensiblement concave, s'étend aussi une autre couche distincte de la dentine, d'une structure visiblement différente de celle de l'émail et que l'on peut considérer comme étant une sorte de cortical ou ciment analogue à celui qui recouvre en tout ou en partie les défenses des éléphants et celles de certains pachydermes.

En essayant de rapprocher entre eux ces nombreux fragments, il a été facile de reconnaître qu'ils provenaient de quatre dents formant deux paires distinctes, et dont l'une de chaque paire avait dû se trouver en rapport symétrique avec son homologue du côté opposé dans la mâchoire de l'animal.

Une seule de ces dents (pl. XIII, fig. 1^a) a pu être reconstruite à peu près dans l'intégralité de ses contours et de sa forme, grâce d'abord aux points de repère conservés pour divers morceaux, lesquels, sur l'une des faces, nous ont conduit de la base engagée dans l'alvéole jusqu'à l'extrémité exerte et usée de la couronne, et ensuite par la facilité que nous avons eue de pouvoir remplir certaines lacunes en les modelant d'après les parties correspondantes qui s'étaient conservées dans la dent homologue de la même paire du côté opposé. Ainsi, nous pensons que l'on peut accepter comme assez exactement restaurée, cette dent de la figure 1, sauf peut-être les deux points extrêmes (*d* et *e*) de la surface usée de la couronne qui, manquant dans les deux dents de cette paire, ont dû être restaurés en prolongeant les parties conservées dans la direction du plan de détritition qui reste suffisamment indiqué. Le dessinateur a eu le soin de laisser en teintes moins foncées les points restaurés. Nous avons jugé inutile de faire figurer la dent homologue du côté opposé, laquelle est d'ailleurs moins complétée de parties originales.

Quant à la dent de la seconde paire (fig. 2), sa restauration s'est effectuée par le simple rapprochement des parties fracturées ; aussi, peut-on garantir la parfaite authenticité des formes reproduites par le dessin. Seulement, elle est tronquée par cassure à son extrémité antérieure, et nous ne pouvons pas dire si sa couronne était ou n'était pas entamée par la détritition.

Passant maintenant à la description particulière de ces dents, nous rappellerons d'abord qu'elles sont représentées à moitié de leur grandeur naturelle aussi bien que toutes les autres pièces figurées dans la même planche. Les dimensions, la forme et aussi le mode d'implantation présumée, ne permettent guère de supposer que ces dents étaient des molaires. On sera plus naturellement disposé à les considérer comme ayant été placées, dans

l'avant des mâchoires, soit comme incisives, soit comme défenses, bien qu'en nous exprimant ainsi nous n'entendions nullement préjuger, ni l'utilité physiologique, ni la destination fonctionnelle qu'ont pu avoir ces organes dans l'animal auquel ils ont appartenu.

La dent figure 4 est la même que l'on a représentée en A fig. 3, vue par les trois quarts de sa face antéro-interne et dans la position que l'analogie nous a conduits à lui supposer chez l'animal vivant comme on le verra plus loin. Cette dent est donc en grande partie retournée dans la figure 4, où elle présente à l'observateur sa face opposée ou postéro-externe. Elle mesure depuis le plan d'usure de la couronne placé au bas de la planche, jusqu'à l'extrémité opposée de son insertion alvéolaire, $0^m,26$ de longueur. Sa plus grande largeur à $2/5^e$, au-dessus de sa couronne est de $0^m,078$ et son épaisseur au même point n'est que de $0^m,024$. On voit donc que cette incisive est très-comprimée. Sa face postéro-externe représentée dans la figure 4 est sensiblement concave dans la moitié qui se rapproche de la couronne et, de plus, elle y est creusée, un peu à côté de sa ligne médiane, d'une gouttière longitudinale, dont la place et la profondeur relatives sont indiquées par la coupe de cette dent donnée en *b* de la même figure. Cette face concave est entièrement revêtue d'une couche de substance corticale ou ciment très-distinct, comme on l'a déjà dit, de la dentine formant le noyau de la dent, et de l'émail qui recouvre la face convexe et opposée. On remarquera également qu'à partir de sa couronne jusqu'à sa base d'insertion alvéolaire, cette dent est divisée en zones transverses, limitées par des stries plus ou moins saillantes et qui se prolongent sur la face opposée en pourtour continu. Ces zones, qui marquent peut-être autant de périodes d'accroissement, sont plus larges dans le voisinage de la couronne ; leur diamètre va en diminuant graduellement jusqu'à l'extrémité alvéolaire où elles ne forment plus que des plissements rapprochés et faisant l'effet des rides qui se montrent sur les cornes des bœufs, de certaines Antilopes et de divers autres ruminants à cornes persistantes (1).

(1) On sait que les vétérinaires et les éleveurs de bêtes à cornes pensent pouvoir déterminer l'âge des animaux de cet ordre par le nombre de rides développées sur les cornes et qu'ils envisagent comme marquant autant de périodes d'accroissement annuel. Si ce mode d'interprétation pouvait s'appliquer à l'incisive de notre animal fossile qui, indépendamment de la partie disparue par l'usure de sa couronne,

Dans la région qui se rapproche de son extrémité d'insertion, la dent reprend un peu plus d'épaisseur. Sa partie terminale dans l'alvéole n'a point de vestige de racines distinctes; elle finit par une surface légèrement concave à contour irrégulier et faiblement débordée par l'enveloppe moitié émailleuse et moitié corticale qui entoure la dentine. On en peut déduire que, dans cette dent à croissance continue, comme les défenses d'éléphant, les incisives des rongeurs et d'autres dents analogues chez différents pachydermes, le bulbe producteur avait cessé de fonctionner, ou par atrophie, ou par oblitération complète.

La dent figure 2 de la seconde paire nous paraît aussi être une incisive; sa composition, sa forme et ses proportions offrent beaucoup d'analogie avec la précédente. Sa face concave est également recouverte par du ciment et la face opposée par de l'émail; mais cette dent est un peu plus étroite que celle de la première paire, et la gouttière creusée dans la face externe se trouve en même temps plus rapprochée de la ligne médiane. La comparaison ne peut s'étendre aux dimensions en longueur, par la raison que, dans cette incisive de la seconde paire, l'extrémité qui répond à la couronne est entamée par une cassure qui empêche aussi de vérifier, si, comme dans la dent de la première paire, il y avait quelques traces d'usure ou de détrition à la face terminale de cette couronne. On retrouve d'ailleurs dans cette incisive de la seconde paire les mêmes divisions transverses ou prétendues zones d'accroissement; seulement, en se rapprochant de sa base alvéolaire, les plissements sont moins réguliers, leur direction plus tourmentée, comme si le développement final de la dent eût été gêné par quelque résistance à son accroissement progressif. La même irrégularité se reproduit dans la dent homologue de cette même paire dont nous ne possédons qu'une partie de la région alvéolaire, et toutes deux montrent la cavité destinée à loger leur bulbe producteur à peu près oblitérée, comme dans l'incisive de la première paire.

Venant ensuite à chercher par la méthode de corrélation et d'analogie à quel groupe de vertébrés vivants ou fossiles devrait

conserve encore une quarantaine de zones ou rides d'accroissement, on y trouverait un moyen d'évaluation approximative de l'âge du sujet au moment de sa mort. Il paraît d'ailleurs que le bulbe producteur de cette dent à croissance continue avait cessé de fonctionner, car la cavité destinée à le loger est à peu près oblitérée à l'extrémité alvéolaire de la dent.

se rattacher l'animal qu'on pouvait supposer avoir été armé de ces quatre incisives, notre embarras a été grand. Nous ne savions rien voir de comparable parmi les vivants.

Dans les mammifères fossiles, notre attention s'est d'abord portée sur les *Toxodons* qui sont, comme on le sait, pourvus de quatre incisives aplaties et revêtues d'émail sur l'une de leurs faces. Mais l'analogie s'arrêtait là et ne pouvait se poursuivre plus loin, particulièrement dans les conditions de structure anatomique des os.

Il convient en effet de rappeler qu'avec les tronçons des quatre dents dont nous nous occupons, M. Capgrand avait recueilli plusieurs fragments d'un crâne dont deux sont représentés dans notre planche sous les figures 4 et 5; la première figure 4 est une portion de maxillaire supérieur gauche auquel se rattache une partie de l'arcade zygomatique. On y aperçoit, dans la cassure du bord alvéolaire, l'empreinte des racines de dents molaires bi-radiculées du côté externe.

L'autre fragment représenté par ses deux faces est une portion assez considérable de pariétal où l'on voit en dessous (fig. 5^b) l'empreinte partielle des deux lobes cérébraux; à la face supérieure (fig. 5^a), les crêtes temporales dont celle de gauche est mieux accusée, et en avant l'échancrure anguleuse où venaient s'articuler les frontaux.

Un troisième morceau, non figuré, nous a paru être le sphénoïde postérieur fortement soudé au basilaire, avec renflement et même gibbosité prononcée au point de l'ankylose.

Tous ces morceaux sont remarquables par leur grande épaisseur relative et aussi par leur tissu osseux très-compacte et comparable seulement à ce que l'on observe chez certains mammifères aquatiques, particulièrement chez les Lamantins et les Dugongs.

Ajoutons qu'il s'était aussi trouvé, avec ces fragments de crâne, d'assez nombreux tronçons de côtes arrondies, sans diploé, absolument compactes, dans leur tissu, comme celles des Dugongs, et se rapprochant encore plus particulièrement par leur forme de ces côtes que l'on a souvent trouvées dans les dépôts littoraux des mers tertiaires, et que l'on a rapportées à un autre genre fossile de cette famille de Siréniens, celui pour lequel on a définitivement adopté le nom de *Halitherium*.

Mais jusqu'ici, tout ce que nous venons de voir ne prouve pas que les dents de forme si singulière qui font l'objet de cette description aient dû appartenir au même animal que les débris de crâne et de côtes trouvés dans le même gisement. Bien au con-

traire, l'attribution hypothétique et simultanée de ces quatre dents au système incisif d'un même individu aurait impliqué un développement des cavités alvéolaires d'insertion hors de proportion avec les dimensions de ce crâne déduites, dans des conditions normales, des fragments qui en ont été retrouvés.

Resterait la supposition que deux de ces incisives peuvent avoir appartenu à la mâchoire supérieure, tandis que la seconde paire aurait été logée dans la mandibule du même individu, et par là s'expliquerait assez bien, il faut en convenir, le mode d'usure de la couronne de l'incisive (fig. 4), laquelle semblerait résulter de l'action réciproque de deux organes frottant l'un contre l'autre. Mais l'adoption de cette seconde hypothèse nous entraînerait dans une combinaison de formes qui ne trouverait pas, que je sache, son analogue ni dans la nature actuelle ni dans ce que nous connaissons de l'animalité des temps passés.

Il conviendrait donc de rechercher si les circonstances mêmes de la découverte et l'examen minutieux des matériaux recueillis ne fourniraient pas quelques indices propres à ouvrir une nouvelle voie vers la solution du problème.

La rencontre simultanée, dans la carrière de Bournic, de ces dents incisives dont nous cherchons l'attribution générique, avec des restes de côtes et des débris de crâne évidemment rapportables à un animal de la famille des Siréniens, est une coïncidence à laquelle il ne faut pas refuser toute signification; d'autant que, sauf l'étrangeté de leurs formes générales, ces dents offrent, dans leur composition et l'arrangement respectif de leurs parties constituantes, les mêmes circonstances de structure et de disposition anatomique que celles que l'on observe dans les incisives des Dugongs vivants, et aussi dans celles connues des Siréniens fossiles du genre *Halitherium*. Nous savons en effet, grâce aux travaux de F. Cuvier (1) et particulièrement aux descriptions plus complètes de M. R. Owen (2), que chez les Dugongs les incisives se composent, comme nos dents fossiles de Bournic, d'une dentine compacte avec revêtement d'émail sur moitié à peu près de leur contour et de cément ou cortical sur l'autre moitié. Il n'est pas jusqu'au mode d'accroissement qui ne fournisse des analogies frappantes, car dans les incisives des Dugongs, on retrouve, quoique bien moins accusée, cette division en zones transverses que nous avons signalées dans nos incisives fossiles.

(1) F. Cuvier, *Des dents des mammifères*, 1825.

(2) *Odontography*, p. 364, pl. 52-53.

Une autre circonstance vient encore nous fournir des indices plus directs du rapport d'individualité entre ces dents fossiles et les débris de crâne trouvés dans le même gisement. En rapprochant l'une de l'autre les deux incisives de la première paire, on reconnaît aisément qu'il y a entre elles inégalité de proportions, celle de gauche étant visiblement plus large que son homologue de droite. Or, cette même inégalité se manifeste entre les deux moitiés du pariétal (fig. 5^b), et on la retrouve également entre les deux côtés du sphénoïde qui n'est pas figuré dans la planche. C'était là sans doute un de ces cas de dissymétrie interlatérale de la face et du crâne qu'on observe quelquefois chez les mammifères de grande taille, et qui, on le sait, se montre assez fréquemment dans l'espèce humaine ; ici, cette anomalie nous fournit des indices en quelque sorte directs et matériels des relations d'individualité qui ont dû exister entre les dents fossiles et les restes de crâne trouvés à Bournic.

C'est donc très-probablement à un Sirénien que se rapportent les incisives fossiles trouvées à Bournic, mais à un Sirénien distinct des Dugongs, en ce qu'il était pourvu de dents molaires à plusieurs racines, et, par là, se rapprochant davantage des *Halitherium*. Les os de son crâne étaient plus robustes et, à proportion, plus épais que dans aucune espèce connue de cette famille, ses crêtes temporales plus rapprochées entre elles que dans les Dugongs et les deux espèces pliocènes de *Halitherium*, mais moins que dans d'autres *Halitherium* plus anciens. Ce qui nous reste du sphénoïde serait, par la forme, plus comparable au même os dans les Lamantins. Nous n'avons pas un seul fragment ou débris qui puisse nous fournir le moindre indice sur la forme et les dimensions des intermaxillaires, et véritablement, en acceptant comme démontré que tous ces restes fossiles recueillis à Bournic ont appartenu à un même animal de la famille des Siréniens, il resterait toujours la grande difficulté d'expliquer comment quatre dents, de la force de celles que nous avons sous les yeux, auraient pu se loger dans les os incisifs d'un crâne dont nous pouvons dès à présent évaluer les proportions normales.

On sait d'ailleurs que parmi les Siréniens connus vivants ou fossiles ceux qui sont pourvus d'incisives à la mâchoire supérieure, tels que les Dugongs et les *Halitherium*, n'en ont que deux ; il y a bien un moment où l'on observe, dans l'intermaxillaire des Dugongs jeunes, quatre incisives ; mais deux de ces dents, qui sont très-petites, appartiennent à la première dentition, et elles tombent ou sont résorbées même avant l'évolution externe des

incisives de remplacement. Quant aux incisives inférieures de ces animaux, elles se développent seulement à l'état rudimentaire et restent cachées sous la plaque cornée qui sert aux fonctions de la mastication chez les Dugongs et les Lamantins.

Il n'y aurait donc, dans le cas qui nous occupe, qu'un moyen de rentrer dans les conditions de l'analogie ; ce serait d'admettre que les incisives de la seconde paire qui, bien que construites dans le même plan que les deux autres, en diffèrent néanmoins par un peu moins de largeur et par d'autres détails, ont dû appartenir à un individu de sexe différent ; c'est-à-dire que, dans cette carrière de Bournic, il aurait été trouvé des restes de deux Siréniens, l'un *mâle* et l'autre *femelle*.

On sait en effet, et M. Owen (1) a encore donné là dessus les détails les plus circonstanciés, que chez les Dugongs mâles les incisives de forme subtriédrale se développent par accroissement continu, grâce à la persistance des bulbes producteurs logés dans la base alvéolaire ; leur extrémité antérieure, qui s'use en biseau simple et tranchant, fait saillie de quelques centimètres en dehors du bord incisif.

Dans la femelle au contraire, les incisives, qui sont irrégulièrement cylindriques, restent toujours cachées dans l'intermaxillaire, leur pointe ne paraissant jamais en dehors de la gencive. Leur mode de croissance étant le même que chez les mâles, doit nécessairement s'effectuer en recul dans l'intermaxillaire, dont on voit la paroi externe presque toujours entamée et ouverte, chez les femelles, sans doute par un effet de pression exercée par la base de ces incisives progressivement refoulées en arrière et en dehors. Dans le nombre assez grand d'incisives de femelles que j'ai pu examiner, j'en ai remarqué quelques-unes dont la partie terminale en arrière présentait cet aspect tourmenté que j'ai signalé plus haut dans nos incisives fossiles de la seconde paire.

Je ne dois pas non plus omettre de mentionner que l'inégalité et la dissymétrie observées entre nos deux incisives fossiles de la première paire ne se manifestent pas entre les parties conservées des incisives de la seconde paire qu'il nous est possible de comparer.

Nous voici donc conduits à admettre comme probable que les restes des quatre incisives et les autres débris osseux recueillis par M. Capgrand, dans la carrière de Bournic, ont appartenu à

(1) *Loc. cit.*

deux individus de sexe différent d'une espèce rapportable à la famille des Siréniens.

Les deux incisives les plus fortes et usées par leur extrémité exerte, comme cela a lieu chez les mâles des Dugongs, doivent naturellement être attribuées à un sujet de ce même sexe, aussi bien que les portions de pariétal et de sphénoïde sur lesquelles on remarque des circonstances de dissymétrie analogue à celle signalée dans les incisives,

La seconde paire d'incisives, de dimension un peu moindre, devrait revenir à un sujet femelle. Il est regrettable que la cassure qui s'est produite à l'extrémité antérieure de celle qui s'est conservée presque entière ne nous permette pas de vérifier si cette dent non entamée par l'usure restait constamment latente, comme chez les femelles des Dugongs, dont elle reproduit d'ailleurs certaines différences sexuelles analogues.

Quant au fragment de maxillaire avec empreinte de racines multiples et aux tronçons de côtes très-variées de dimensions, il serait difficile de décider auquel des deux sujets, mâle ou femelle, on pourrait les attribuer.

Maintenant, à quel genre de Siréniens connus doit-on rattacher cette nouvelle espèce? J'avais d'abord pensé pouvoir la faire rentrer dans le genre *Halitherium* qui comprend déjà plusieurs espèces de nos terrains tertiaires à dents molaires implantées par plusieurs racines. Mais des objections m'ont été faites, et l'on a prétendu que l'exagération dans les dimensions et la forme de ces incisives, en même temps que leur mode d'usure, suffisaient à elles seules pour motiver une distinction générique. Je proposerai donc celle provisoire de *Rytiodus* (1), en dédiant l'espèce à M. Capgrand, dont les recherches de longue date et le zèle éclairé ont déjà enrichi la science de bien d'autres découvertes de grand intérêt; ce sera donc le *Rytiodus Capgrandi*.

Par la même occasion, je ferai connaître à la Société une autre pièce rapportable aussi à un nouveau Sirénien fossile et dont je dois la communication bienveillante à notre Secrétaire, M. A. Caillaux. Ce morceau a été également découvert dans le département de Lot-et-Garonne, commune de la Montjoie, et encore dans une des vallées, celle du Gers, qui viennent aboutir à la Garonne. Il a été extrait, à environ quatre mètres de profondeur, des déblais d'un puits creusé dans la propriété de M. Poirée. La coupe du terrain prise sur place par M. Caillaux présente des

(1) Ρυτίς, ride, et ὀδοῦς, dent.

alternances de couches peu épaisses d'argiles sableuses et de grès. L'alluvion où a été creusé le puits est de 100 mètres environ au-dessus du niveau de la rivière du Gers. M. Caillaux pense que ce gisement correspond aux assises du calcaire lacustre supérieur de l'Agenais qui serait lui-même recouvert, dans les environs, par une formation marine où l'on rencontre des Huîtres, probablement l'*Ostrea crassissima*. La pièce recueillie par M. Caillaux se trouvait réunie, dans ce même gisement, à des restes de Tortues et à quelques autres fragments osseux de mammifères terrestres, sans aucun mélange de fossiles marins, ce qui ne doit pas nous surprendre, car on sait que les Siréniens de l'époque actuelle remontent le cours des fleuves à une grande distance de la mer, et l'on voit même, dans l'Orénoque, en Amérique, des Lamantins qui vont s'établir à demeure dans des lacs d'eau douce situés à plusieurs centaines de lieues en amont de l'embouchure de ce grand fleuve.

Ce morceau de nouveau Sirénien est une portion antérieure de mandibule gauche avec partie de la symphyse, laquelle suit en dessus la direction horizontale de la mandibule, et n'est point infléchiée comme dans les Dugongs et les *Halitherium*. Toute trace de suture médiane y a d'ailleurs disparu, en sorte qu'à ce double point de vue cette partie terminale de mandibule se rapprocherait davantage de celle des Lamantins. On n'y voit cependant pas de traces de ce renflement ou gibbosité qui se montre le plus souvent sous la symphyse des Lamantins vivants, particulièrement dans l'espèce du Sénégal.

Dans la partie conservée du bord dentaire se voient des restes de racines et des alvéoles fracturées de deux molaires antérieures ou prémolaires implantées chacune par deux racines simples et placées l'une devant l'autre. La plus antérieure s'avance jusqu'à l'aplomb du trou mentonnier qui est assez grand et ouvert très-peu en arrière de la limite postérieure de la symphyse. Bien que le *facies* d'ensemble de cette pièce dénote des tendances plus marquées vers les Lamantins, il est très-probable qu'il a appartenu à quelque espèce ou sous-genre intermédiaire aux Siréniens connus. Nous ne nous permettrons pas de le désigner par une appellation quelconque, vu l'insuffisance des caractères fournis par ce morceau.

Il y a longtemps que les formations marines du bassin de la Gironde ont fourni des débris de divers cétacés et autres mammifères aquatiques qui fréquentaient la mer tertiaire, dont les dépôts échelonnés en amont de la vallée de la Garonne semblent y

marquer les étapes successives des envahissements graduels de cette mer.

Le plus ancien Sirénien reconnu dans ces dépôts littoraux est le *Halitherium dubium* (*Hippopotamus? dubius* de Cuvier) du calcaire grossier de Blaye.

D'autres débris du même genre ont été recueillis dans la formation moins ancienne du calcaire à Astéries assimilée pour son âge géologique aux sables de Fontainebleau ; je me contenterai de rappeler les beaux morceaux qui m'ont été communiqués par M. Delfortrie comme provenant du calcaire à Astéries des environs de Monségur (arrondissement de la Réole) et parmi lesquels j'ai cru reconnaître des pièces rapportables au *Halitherium Schinzi* ou *Guetardi* du même terrain, aux environs d'Étampes (1).

En remontant un peu plus haut dans le bassin de la Garonne et aussi dans la série géologique, les carrières de Bournic (Lot-et-Garonne) nous offrent un nouveau Sirénien (le *Rytiodus Capgrandi*) caractérisant une troisième formation marine supérieure au calcaire à Astéries, et que M. Tournouër place dans son étage de Bazas, à un niveau correspondant au calcaire lacustre de la Beauce.

Enfin le Lamantin découvert par M. A. Caillaux, dans un dépôt d'eau douce se reliant au calcaire supérieur de l'Agenais, constituerait un quatrième niveau en contact avec les assises à *Ostrea crassissima* qui caractérise la formation marine la plus élevée dans le bassin de la Garonne.

D'autres restes de Siréniens ont été observés dans quelques dépôts faluniens de l'Armagnac, mais en fragments trop peu déterminables pour qu'on puisse en déduire des identités spécifiques. J'ignore si les géologues sont entièrement d'accord sur les relations du niveau de ces dépôts de l'Armagnac avec les faluns de Salles dans les Landes. De cette dernière localité, je n'ai encore vu aucun reste de mammifères de l'ordre des Sirénides. Mais lorsque je l'ai visitée, en août 1865, avec mon fils, j'ai eu occasion d'y observer des fragments osseux de cétacés qui, rapprochés et réunis par leurs points de repère, constituaient une moitié de mandibule complète de Baleine, quoique de bien faible dimension, car elle ne mesurait que 1^m 15 centimètres de long sur 0,09 centimètres de plus grande hauteur. Son bord supérieur portait les sept trous de sortie

(1) C'est peut-être ici que viendrait se placer un autre Sirénien, le *Trachitherium Raulini* de M. Gervais, connu seulement par une dent molaire.

pour les nerfs et les vaisseaux que l'on voit d'ordinaire dans les mâchoires des Baleines, et, autant qu'il peut m'en souvenir, l'absence de toute saillie représentant l'apophyse coronéide permettrait de rapporter cette pièce à une *Baleine proprement dite*, plutôt qu'à un *Rorqual*.

Explication de la planche XIII.

Les morceaux figurés sur cette planche sont tous réduits à moitié de grandeur naturelle.

- FIG. 1^a. Incisive supérieure droite du *Rytiodus Capgrandi* (mâle ?) vue par sa face postéro-externe, laquelle est entièrement recouverte d'une couche de ciment ou cortical. Longueur de cette dent, 0^m,26; sa plus grande largeur est de 0^m,078, la plus grande épaisseur de 0^m,021. — 1^b. Coupe de cette dent. — 1^c. Extrémité alvéolaire de cette incisive montrant de face la cavité à peu près oblitérée où se logeait le bulbe producteur de la dent.
- FIG. 2^a. Incisive supérieure gauche du *Rytiodus Capgrandi* (femelle ?) vue par sa face antéro-interne qui est recouverte d'émail. Longueur actuelle de cette dent dont l'extrémité de la couronne manque par cassure, 0^m,248; la plus grande largeur au milieu, 0^m,065; sa plus grande épaisseur, au même point, 0^m,020. — 2^b. Coupe de cette dent. — 2^c. La cavité à peu près oblitérée du bulbe vue de face.
- FIG. 3. Restitution en position fonctionnelle des deux incisives du *Rytiodus* (mâle ?) qui sont vues ici en trois-quarts et par la face inférieure ou palatine des intermaxillaires dont on a essayé de reproduire les contours par lignes ponctuées, à peu près dans le plan de la figure 7, laquelle représente les incisives et la face palatine des intermaxillaires et maxillaires d'un Dugong mâle de l'époque actuelle.
- FIG. 4. Fragment de maxillaire supérieur gauche attribué au *Rytiodus Capgrandi*. On y voit la moitié externe des alvéoles de deux molaires à plusieurs racines, comme celles des Siréniens fossiles du genre *Halitherium*. Les molaires du Dugong n'ont qu'une racine.
- FIG. 5^a. Portion de pariétal attribuée au *Rytiodus*, vu par sa face supérieure. — 5^b. Le même morceau vu par sa face inférieure qui laisse mieux voir la disposition asymétrique des deux moitiés de la cavité cérébrale.
- FIG. 6. Extrémité antérieure de la mandibule avec portion de symphyse du Sirénien, voisin des *Lamantins*, découvert par M. A. Caillaux.
- FIG. 7. Appareil incisif d'un Dugong mâle, vu par la face palatine et montrant la forme et la direction de la partie exserte des incisives;

représenté à moitié de grandeur naturelle, comme les pièces fossiles de la même planche.

FIG. 8^a. Incisive supérieure gauche d'un Dugong mâle; cette dent, dont la cavité du bulbe se prolonge jusqu'à moitié de la longueur, n'était pas arrivée au terme de son développement; mais la partie exerte de la couronne est déjà usée en biseau tranchant. Elle est vue par sa face postéro-interne. — 8^b. Coupe de cette dent.

FIG. 9^a. Incisive droite d'un Dugong femelle, vue aussi par sa face postéro-externe. L'échancrure que l'on voit à l'extrémité de la couronne est le résultat d'une cassure récente; car, bien que cette dent eût atteint le dernier terme de son accroissement, la cavité de son bulbe étant oblitérée, il est aisé de reconnaître qu'elle n'a point fonctionné par l'extrémité de la couronne, laquelle, chez les Dugongs femelles, reste toujours cachée par la gencive. — 9^b. Coupe de cette dent.

M. Hébert présente le travail suivant de M. Péron :

Notice sur la géologie des environs d'Aumale (Algérie);
par M. Péron.

Le pays dont nous allons esquisser la constitution géologique est situé à 120 kilomètres environ au sud-est d'Alger. Borné au nord par la montagne du Djurjura, au sud par celle du Dirah, il comprend les plaines de Arib et les hautes régions des deux grands bassins de l'Oued Sahel et de l'Oued Isser. Son altitude varie entre 800 mètres, niveau de la plaine, et 1815 mètres, qui est la cote du point culminant du Dirah.

Comme formations géologiques, on y rencontre : 1° des terrains ignés; 2° des terrains créacés, depuis le gault jusqu'à la craie supérieure; 3° les terrains tertiaires éocène et miocène; 4° un terrain quaternaire; 5° des alluvions modernes. Ces diverses formations sont enclavées entre les deux grandes formations nummulitiques du Djurjura et du Dirah, qui les séparent, la première des terrains ignés de la grande Kabylie, la deuxième des vastes alluvions quaternaires de la région des steppes.

La zone particulièrement intéressante de cette contrée se compose d'une bande de terrain créacé, qui s'étend fort loin, 1° à l'est dans la province de Constantine, où j'ai pu la suivre pendant 180 kilomètres, 2° à l'ouest dans celle d'Alger, où on peut la voir à Sour Djouab, à Berouaguia, à Boghar, etc.

Nous aurons occasion, dans une autre étude, de suivre cette bande dans ses diverses transformations. Aujourd'hui, nous nous

bornerons à la décrire telle qu'elle se présente aux environs d'Aumale.

Cette partie de nos possessions d'Afrique est certainement une des plus intéressantes à étudier.

Moins riches de beaucoup en fossiles que les couches correspondantes de Batna, de Tabessa, du Tamarin, les terrains créta-cées d'Aumale présentent néanmoins une faune très-variée et qui, complètement différente par son faciès de celle de la province de Constantine, en forme pour ainsi dire le complément. Le pays, accidenté, découpé de ravins profonds, sillonné de murailles calcaires faisant saillie au-dessus des autres couches plus friables, est particulièrement propre à l'étude de la stratigraphie. La disposition remarquable des strates par lits inclinés, visibles sur leurs tranches sur une grande longueur, permet d'établir rigoureusement les lois de superposition, d'isoler complètement les formes de chaque couche et de constater ainsi, d'une manière bien précise, les passages d'une couche à l'autre et les modifications successives de la faune. C'est là ce à quoi je me suis particulièrement attaché.

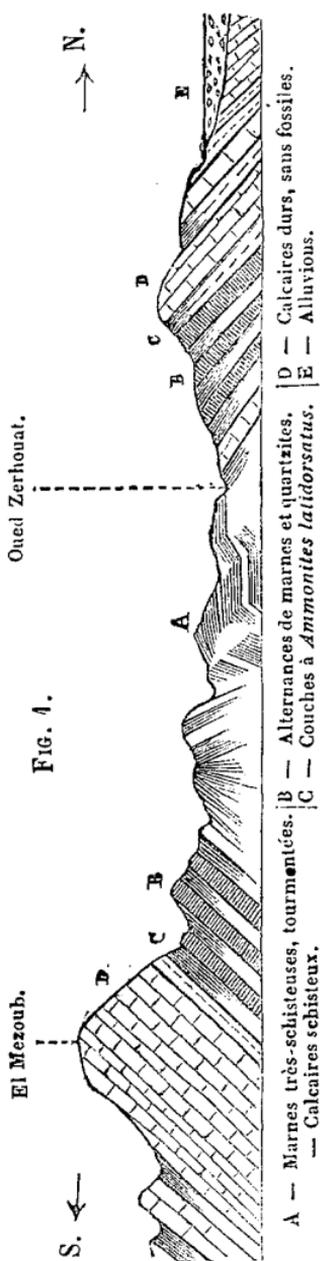
Déjà étudiés avec soin par d'habiles explorateurs, MM. Vatonne et Nicaise, et par un zélé naturaliste d'Aumale, M. Charroy, à qui je dois d'utiles renseignements, les terrains qui vont nous occuper sont en partie connus sous le rapport des richesses paléontologiques qu'ils renferment, richesses dont la description a été confiée à la grande science taxonomique de M. Coquand. Mais, si beaucoup de fossiles d'Aumale sont déjà connus, il n'en est pas de même de leur répartition au sein des couches. Un séjour de huit mois dans ce pays et des recherches presque quotidiennes m'ont permis, d'abord d'augmenter considérablement la faune déjà connue des terrains créta-cés d'Aumale, et ensuite d'arriver à une connaissance bien approfondie des détails de la stratigraphie de ces terrains. Aussi, c'est avec une grande conviction de la certitude des faits annoncés que je fais part de mes observations à la Société. Sans esprit de système, sans parti pris d'établir ou de justifier des divisions et des séparations qui ne sont pas toujours dans la nature, je décrirai les terrains tels que je les ai observés, couche par couche, faune par faune.

Terrains créta-cés.

Les couches les plus inférieures que l'on puisse observer dans les environs d'Aumale sont celles qui forment le sol du pays des Arib. Elles sont visibles sur un grand nombre de points et par-

ticulièrement le long des berges des cours d'eau qui sillonnent ces plaines.

Elles se composent principalement d'assises très-tourmentées



A — Marnes très-schisteuses, tourmentées. B — Alternances de marnes et quartzites. C — Couches à *Ammonites latidorsatus*. D — Calcaires durs, sans fossiles. E — Alluvions.

de marnes argileuses vertes et grises, très-délicates, en partie métamorphisées, de lits entremêlés de calcaires schisteux gris, et enfin, plus haut, d'alternances de bancs de grès ferrugineux avec les marnes vertes. Ces grès, dans les parties inférieures et sur certains points, passent à un véritable quartzite.

Des recherches très-attentives ne m'ont procuré aucun fossile dans cette partie des couches; aussi, suis-je embarrassé pour leur attribuer un âge relatif.

En raison de leur position au-dessous des premières couches fossilifères observables, on ne peut les rapporter qu'au gault inférieur ou peut-être en partie à l'étage aptien.

Si, de la plaine des Arib, on se dirige, soit au nord, soit au sud, on voit les couches dont nous venons de parler recouvertes par d'autres qui, de chaque côté de la plaine, présentent les mêmes caractères et les mêmes fossiles.

Au nord, ces couches prennent peu de développement. Très-nettement visibles avec leurs premières faunes, vers le lieu appelé Ain Tiziret, puis au nord et à l'ouest du village de Bir-Rabalou, etc., elles disparaissent bientôt au nord sous les alluvions de l'Oued-Sahel. Au sud, au contraire, on peut les observer sur une très-grande épaisseur et les suivre dans tout leur développement. La coupe ci-contre donnera une idée de la disposition des couches dans cette région.

Quand, en remontant les couches dont nous venons de parler, on est arrivé au-dessus des derniers bancs de grès ferrugineux, au point où ces grès se modifient peu à peu pour être remplacés par

des calcaires sableux, puis par des calcaires argileux, on rencontre là une assise très-fossilifère. Cette assise est visible au bas et sur toute la longueur du versant nord de la grande arête qui limite au sud la plaine des Arib. J'ai pu la suivre sur une grande étendue, depuis le village projeté d'Aïn Hazam jusqu'aux ruines de la ville romaine de Sour-Djouab. Entre ces deux points on peut l'observer principalement au Dhallat, au col d'Aïn-Berni, à la région dite des El-Aisnam-Boughara, un peu au sud du pont des Gorges, sur la route d'Aumale à Alger, à Teniet-el-Bir; de ce dernier point, plusieurs failles ramènent ces couches bien plus au sud; on les retrouve vers la fontaine dite *Fontaine du Docteur*, où l'on voit de belles sources sortir d'une brisure de ces mêmes couches et se précipiter en cascades fort curieuses. Plus loin, dans l'est, on la retrouve vers le Guelt-er-Ras, d'où elles se prolongent jusqu'au nord de Sour-Djouab.

La richesse en fossiles des assises dont nous parlons n'est pas constante. Dès cette première zone, nous avons à signaler un fait qui se reproduira souvent dans l'examen des couches fossilifères. La nature éminemment schisteuse ou délitescente des marnes qui composent ces assises est peu favorable à la conservation des fossiles; aussi la plupart de ceux qu'on y rencontre n'ont-ils dû leur bonne conservation qu'à leur passage à l'état de fer pyriteux ou simplement hydroxydé.

En raison de ce fait, on comprend que les fossiles soient massés sur certains points où les infiltrations ferrugineuses ont été abondantes et qu'au contraire ils manquent ou soient mal conservés partout où la minéralisation n'a pu avoir lieu. En raison encore de ce mode de fossilisation les restes des corps organisés qui nous sont parvenus appartiennent principalement aux jeunes des espèces. Il résulte de là, pour la détermination, des difficultés que la conservation parfaite des ornements et autres caractères ne suffit pas toujours à compenser. La zone fossilifère du gault se divise sur certains points, et notamment vers Teniet-Aïn-Berni, en deux parties bien distinctes. La plus inférieure, distante de la seconde de quelques mètres seulement, en est séparée par un banc de grès calcarifère jaunâtre, qui souvent fait une légère saillie. Cette première assise fossilifère se compose d'un calcaire marneux quelquefois pétri de *Terebratula Datumplei*, d'Orb. J'y ai rencontré, en outre, le *Belemnites semicanaliculatus*, Blainv., des moules de gastéropodes, le *Plicatula radiola*, d'Orb., assez abondant, un *Hemiaster* très-abondant, mais toujours déformé, un *Salenia*, que M. Cotteau a reconnu

appartenir à une espèce nouvelle, enfin deux Serpules, qu'on trouve en grande quantité.

Ce premier niveau de fossiles a peu de constance ; on ne le retrouve pas à l'ouest d'Aumale. Le second, beaucoup plus important et plus riche, est aussi beaucoup plus étendu. La faune, d'une étonnante analogie avec celle du gault de France, est principalement composée de céphalopodes.

Voici la liste des fossiles que j'ai recueillis à ce niveau.

Ammonites latidorsatus, Michelin. — Variété à sillons profonds, très-abondants à Aïn Berni, El-Aisnam, au pont des Gorges, Bir-Rabalou, etc.

— *Majori*, d'Orb., commun. — El-Aisnam, Bir-Rabalou (partie ouest), etc.

— *Dupinianus*, d'Orb., commun. — Mêmes localités.

— *Beudanti*, Brong., très-commun. — Toute la zone.

— *Camatteanus*, d'Orb., commun. — Pont des Gorges, Aïn Berni, etc.

— *Velledæ*, Michelin. — Rare dans ces couches. — Pont des Gorges.

— *versicostatus*, d'Orb., rare. — Même localité.

— Sp. n. — (*) Espèce déprimée, voisine de l'*A. Beudanti*, à tours de spire découverts, à petits sillons.

Hamites, sp. ind.

Helicoceras annulatum, d'Orb., commun. — Pont des Gorges, etc.

Ptychoceras læve?, Math., assez commun — Même localité.

Belemnites semicanaliculatus, Blainv. — Très-abondant, surtout à Aïn-Berni.

Natica excavata, d'Orb., commun. — Aïn Berni.

— *Eryna?* d'Orb., commun. — Aïn Berni.

Turritella. sp. ind., commun. — Moule voisin du *T. tenouklensis*, Coq.

Solarium ornatum, d'Orb., assez commun.

— *moniliferum?* d'Orb. — Très-abondant partout.

Pterocera marginata, d'Orb., très-rare.

Cerithium, n. sp.

Voluta, sp. ind.

Leda, sp. n. (*). — Espèce très-commune, petite, voisine de la *Leda scapha*, d'Orb., s'en distingue par une forme moins comprimée, par son rostre plus aigu et recourbé, par les stries dont la surface est ornée. Cette espèce est bien distincte aussi de la *Leda africana*, Coq., que nous rencontrerons dans les couches cénomaniennes.

— sp. n. — Cette autre espèce, rare dans cette couche, est commune dans l'étage cénomaniens. Nous la désignerons sous le n° 2.

Astarte Adherbalesis, Coq., très-commun. — El-Aisnam, le pont des Gorges, etc.

Nucula pectinata, Sow., rare. — El-Aisnam.

Arca Cottaldina ?, d'Orb., assez commun.

Plicatula radiola, d'Orb., très-commun.

Hemiasper, sp. ind. — Le même que dans la couche à *Terebratulina Dutemplei*, commun.

Pattes de crustacés. — Ind.

Comme on le voit, le faciès de cette faune est presque identique avec celui des couches albiennes du département du Var, où l'on retrouve presque toutes les espèces que nous mentionnons ici. On peut donc, sans aucune hésitation, rapporter à l'étage albien ou gault les couches qui nous occupent. On remarque encore une très-grande ressemblance entre cette faune et celle que l'on trouve dans les couches correspondantes à Berouaguia et à Médéah, ce qui prouve la persistance de cette zone.

Au-dessus de ces couches, après quelques alternances de marnes et de calcaires délitescents, on trouve une puissante série de bancs calcaires assez durs, qui forment le sommet de la grande arête sur laquelle est situé le télégraphe Lakal. La dureté des couches qui forment cette arête a maintenu le sommet à une altitude qui varie de 1000 à 1100 mètres. Cependant cette altitude s'abaisse sur certains points, comme à Teniet-Aïn-Berni, à Teniet-el-Hallouf, etc.

C'est dans une remarquable coupure de cette colline que passent l'oued Lakal et la route d'Aumale à Alger. Ce défilé, ainsi que ceux que l'on rencontre encore en amont de ce point, sont désignés collectivement dans le pays sous le nom de gorges de l'oued Lakal.

A ce passage, les bancs calcaires, partout ailleurs régulièrement inclinés à 35° sud, présentent une courbure remarquable qui pourrait induire en erreur relativement à l'épaisseur de ces couches, si le talus de la gorge n'éclairait pas l'observateur par une coupe naturelle très-nette que nous reproduisons ci-après, page 692.

Après la série de bancs calcaires, on rencontre une alternance assez considérable de calcaires rognoneux et de marnes schisteuses. Ces couches forment au bas de la grande arête une vallée fort ravinée et le plus souvent inculte. Dans toute cette série, non plus que dans les calcaires précédents qu'on peut cependant étudier sur une grande étendue, je n'ai rencontré aucun fossile. Ce n'est qu'un peu plus haut, dans des marnes schisteuses, que l'on commence à trouver quelques individus de *Ammonites Nicaisei*, Coq. Ces premiers fossiles sont les précurseurs de la faune nouvelle. Un peu après, en effet, on rencontre une zone fossilifère

dont la très-grande majorité des espèces appartient à l'époque cénomaniennne. Ces fossiles se trouvent, comme les précédents,

dans les marnes friables, et passés à l'état de fer hydroxydé. Pour la facilité des explications, j'appellerai cette couche zone à *Ammonites Nicaisei*. Les fossiles que j'y ai trouvés sont les suivants :

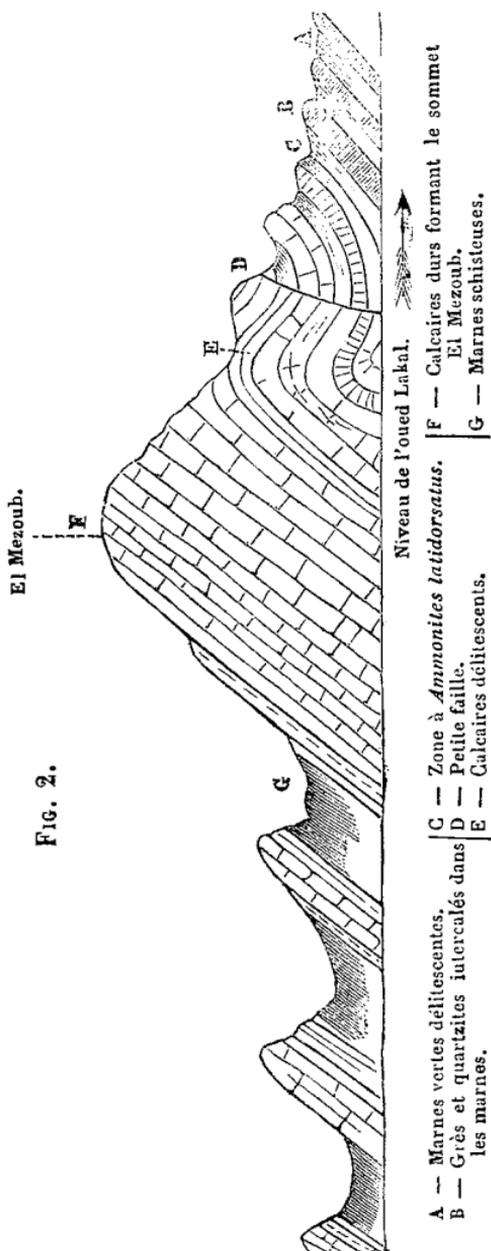


FIG. 2.

A — Marnes vertes délitescentes.
 B — Grès et quartzites intercalés dans les marnes.
 C — Zone à *Ammonites latidorsatus*.
 D — Petite faille.
 E — Calcaires délitescents.
 F — Calcaires durs formant le sommet El Mezoub.
 G — Marnes schisteuses.

Ammonites Nicaisei, Coq. — Abondant au nord du Kaf-Rakma, au nord du Bordj Smalah, etc.

— *Martimpreyi*, Coq. — Rare dans cette couche.

— *Velledæ*, Mich. — Rare dans cette couche.

— sp. ind.

Ceratites, sp. n.

Scaphites æqualis, Sow., abondant. — Je mentionnerai ce Scaphite sous le nom de variété à spire enveloppante, pour le distinguer d'un autre *Scaphites æqualis* des couches supérieures, qui, tout semblable par les ornements, se distingue constamment par ses tours de spire découverts. Je n'ai pas rencontré d'individus assez âgés et assez complets pour pouvoir établir une distinction spécifique.

Hamites alterno-tuberculatus, Leym., rare.

— *simplex*, d'Orb., rare. — Variété à côtes espacées.

Baculites baculoides, d'Orb., assez rare.

Turrilites Bergeri, Brong. — Variété à spire dextre.

Natica Rauliniana? d'Orb., assez commun.

Avellana cassis, d'Orb., rare.

Rostellaria, sp. n. — Espèce très-abondante, voisine du *R. Peinii*, Coq., s'en distingue par sa taille constamment plus petite. Peut-être en est-ce une variété?

Pterocera marginata, d'Orb., rare.

Cerithium Vattoni, Coq., assez commun.

— n. sp. — Espèce très-voisine du *Cerithium gallicum* du Mans.

Cardium Vattoni, Coq., assez commun.

Leda africana, Coq., assez commun.

Lucina Nicaisei, Coq., assez commun.

Comme on le voit, cette faune est devenue bien différente de celle que nous avons observée dans les couches précédentes. A part une ou deux espèces qui ont subsisté, toutes les autres sont nouvelles et se rattachent à la faune cénomaniennne.

A partir de cette première zone de la craie glauconieuse, nous allons rencontrer, en montant toujours, une série de couches fossilifères dont toutes les espèces appartiennent à l'époque cénomaniennne, mais qui nous présentent toutes une faune presque entièrement nouvelle et différente de celle qui l'a précédée. Il y a, à la vérité, bien des passages d'une couche à l'autre; cela est incontestable; mais, chose remarquable, presque toutes les espèces qui passent ainsi d'une zone dans une autre s'y montrent alors sous une forme différente de celle qu'elles avaient et peuvent alors le plus souvent constituer une variété bien tranchée.

La couche marneuse à *A. Nicaisei* est recouverte par 8 ou 10 mètres de marnes de même nature dans lesquelles on ne trouve pas de fossiles, si ce n'est, accidentellement, quelques-uns des fossiles de la zone précédente.

Après ces marnes, s'élève, formant une haute muraille, une couche dénudée de calcaire dur, connue dans le pays sous le nom de *Kaf-Rakma*. Cette couche, visible sur une grande longueur, est traversée dans les gorges par l'oued Lakal et la route d'Alger près du moulin Mirbail.

Plus haut et dans l'est, cette muraille est encore observable près et au nord du pénitencier indigène. Elle présente là une fracture, d'où sort une source excellente, qu'on appelle la *Fontaine du figuier*. Le seul fossile que j'aie rencontré dans les calcaires de cette assise est une Térébratule que je rapporte avec un peu de doute à la *Terebratula buplicata*.

Au-dessus de la muraille calcaire, les marnes argileuses recommencent. On en trouve encore là une épaisseur de 15 à 20 mètres dans lesquelles je n'ai pas rencontré de fossiles. A leur partie supé

rieure, ces marnes se mélangent de lits de calcaires rognoneux dans lesquels on trouve en abondance diverses variétés des *A. Mantelli*, Sow., *A. navicularis* et le *Belemnites semicanaliculatus*, Blainv. Ces fossiles sont tous à l'état calcaire. Un peu plus haut, les bancs rognoneux deviennent plus compactes et renferment de nombreux échinides. Ils forment alors une nouvelle zone que j'appellerai zone à *Hemiasiter aumalensis*. Voici le catalogue des fossiles de cette couche qui sont tous à l'état calcaire. On les trouve constamment à ce même niveau sur une grande longueur depuis le Ksenna jusqu'au Guelt-er-Ras.

Ammonites Mantelli, Sow. — Variété à côtes espacées, bombées, tuberculées, *navicularis*, etc., abondant.

— *varians*, Sow., rare. — Jeune.

— *rothomagensis*, Brong. — Grande variété. — Dhallat-el-Hamra, Ravin de la Smalah des indigènes, etc.

— *Martimpreyi*, Coq. — Très-rare dans cette couche (à l'état ferrugineux).

Turrilites, sp. ind. — Grande espèce à gros tubercules.

Belemnites semicanaliculatus, Blainv. — Très-abondant dans toute la zone.

Terebratula Nicaisei, Coq., assez commun.

Radiolites Nicaisei, Coq. — Rare dans cette couche.

Hemiasiter aumalensis, Coq. — Très-abondant sur toute la zone (*).

L'*Hemiasiter aumalensis* a été trop incomplètement décrit par M. Coquand. Je crois nécessaire de préciser davantage. Cet *Hemiasiter* est toujours très-haut, variable un peu dans sa forme qui est plus ou moins arrondie. Son aréa anale légèrement oblique est ornée au bas de son pourtour d'une rangée de petites nodosités. Bouche grande, ovale; la plus grande taille observée est de 32 millimètres, mais la plupart des individus ne dépassent pas 20 millimètres; ambulacre impair très-long et étroit; ambulacres pairs très-inégaux; intervalle des zones porifères un peu plus petit que l'une des zones; petits granules sur ces zones et le long des côtés de l'intervalle. Pores allongés, conjugués, un peu inégaux, les intérieurs plus grands, un peu en larmes; tubercules plus gros près du sommet.

Hemiasiter Nicaisei, Coq. commun. — El-Guira, El-Mertoum, ravin de la Smalah, etc. (*). Dans cette espèce les ambulacres sont loin d'être exactement dans le prolongement diagonal les uns des autres, comme l'a dit M. Coquand. Cette disposition me paraît au contraire exceptionnelle. Le reste de la diagnose s'accorde bien. Les pores extérieurs sont bien plus petits et plus ovales que les intérieurs qui sont allongés en larmes. Cette disposition dont ne parle pas M. Coquand est bien caractéristique. De plus, ces pores sont conjugués; le fasciole est très-peu marqué.

Holaster Toucasi, Coq., assez commun. — Dhallat-el-Hamra, Ravin de la Smalah.

— *Barrandei*, Coq., très-rare — (*) Voisin de forme de l'*H. planus*, il a, comme ce dernier, une rangée de nodosités de chaque côté du sillon. Il en diffère par ses pores droits et allongés.

Discoidea cylindrica, Agassiz, commun. — Variété hémisphérique. Ravin de la Smalah, Ain-Tat, Dhallat, etc.

— sp. ind. (*Discoidea cylindrica junior, seu nova species*).

Pseudodiadema tenue, Cott., rare. — El-Mertoum de l'ouest.

Les calcaires rognoneux qui contiennent cette faune se contiennent encore sur une certaine épaisseur, mais sans présenter de fossiles. Peu à peu ces calcaires deviennent plus marneux et délitescents et sont remplacés par une puissante assise de marne argileuse très-schisteuse qui, en beaucoup d'endroits, est profondément ravinée. Les parties les plus basses de ces marnes sont sans fossiles, mais la partie supérieure est une des plus riches de tout l'étage. Les fossiles y sont à l'état ferrugineux. Les pluies, qui lavent ces marnes friables et renouvellent incessamment les surfaces, en mettent toujours de nouveaux à découvert; aussi peut-on espérer que la faune de cette zone intéressante sera encore enrichie par les recherches d'autres explorateurs. Les fossiles, qu'on rencontre le plus fréquemment dans cette partie, sont l'*Ammonites Martimprei* et le *Solarium Vattoni*. Je désignerai cette zone sous le nom de ce dernier fossile qui passe moins souvent dans les autres couches.

Les endroits de la zone les plus avantageux à explorer sont, de l'est à l'ouest : 1° la contrée appelée El-Enfaïdj dans l'est du Ksenna; 2° El-Bouïb, vers le télégraphe du Ksenna; 3° l'espace compris entre le pénitencier indigène et la route d'Alger; 4° la rive droite du Chabot-bel-Aïb; enfin sur plusieurs autres points entre Aumale et Sour-Djouab.

J'ai trouvé dans cette couche :

Ammonites Martimpreyi, Coq. (*), très-abondant. — Je ferai remarquer que l'espèce que je désigne sous ce nom, et que l'on voit également figurer sous ce nom dans le musée d'Alger où M. Coquand a sans doute pris son type, diffère sensiblement de l'*A. Martimpreyi*, telle que la décrit et la figure M. Coquand. Cette Ammonite est rarement carénée. Un ou deux individus seulement m'ont offert ce caractère, et encore viennent-ils d'une couche supérieure à celle-ci. Les côtes ne sont pas droites, mais légèrement anguleuses au deuxième tubercule dorsal. Les individus dont les côtes sont droites portent, au contraire des autres, trois tubercules bien prononcés sur les côtés et

deux sur le dos. Malgré de grandes analogies, cette dernière variété pourrait bien appartenir à une espèce distincte. En somme, ces divers échantillons sont très-voisins de l'*A. Mantelli* et pourraient bien n'en être que des jeunes.

- *Velledæ*, Mich., très-abondant.
 - *lauidorsatus*, Mich. — Variété lisse sans sillons, très-abondante surtout à El-Enfaïdj.
 - *varians*, Sow., assez commun.
 - *Vattoni*, Coq., très-rare. — Ravin de la Smalah.
 - *Pauli*, Coq. — Ravin de la Smalah, El-Enfaïdj, assez rare.
 - sp. n. (espèce A). — (*) Cette espèce est peut être l'*A. aumalensis*, Coq. Toutefois les différences sont telles que je ne puis les rapprocher. L'espèce que je désigne ici est très-voisine de l'*A. compressissimus*, d'Orb.; elle s'en distingue par de petites côtes fines, anguleuses, disparaissant vers l'ombilic et se terminant vers le dos par un tubercule. Nous retrouverons cette espèce dans d'autres couches.
 - sp. n. (espèce B*), rare. — El-Enfaïdj, l'espèce B est voisine de l'*A. Beudanti*, mais elle s'en sépare en raison de son dos en carène aiguë, de ses tours plus embrassants et plus convexes et de ses deux espèces de côtes.
 - sp. n. (espèce C), rare. — Espèce voisine de l'*A. Mustapha*, Coq.
 - sp. n. (espèce D), rare. — Voisine de l'*A. Jugurtha*, Coq.
- Scaphites*, n. sp. (*), très-rare. — Ravin de la Smalah. Ce Scaphite très-jeune a des tubercules sur les côtés, mais aucune côte dorsale.
- Hamites alterno-tuberculatus*, Leym., assez commun.
- Baculites baculoides*, d'Orb., commun.
- sp. n. — (*) Espèce ornée de côtes légères presque circulaires et concentriques à l'axe, interrompues par places par de petits sillons légèrement creusés. Ces sillons sont circulaires comme les côtes et non contournés en surface gauche, comme dans le *B. baculoides*.
- Crioceras*, n. sp. — (*) Cette coquille très-remarquable pourrait bien constituer un genre nouveau. Elle est enroulée sur le même plan, en tours elliptiques, contigus, mais non dès le jeune âge, de sorte qu'il reste un vide au milieu de l'ellipse. Les tours très-déprimés croissent rapidement en largeur; test orné de côtes fines, droites, normales à la courbe; les côtes sont ornées d'un petit tubercule de chaque côté du dos; cloisons voisines de celles des *Crioceras*.
- Turrilites Bergeri*, Brong., assez commun. — Variété senestre, El-Enfaïdj, Chabat-bel-Aïb, la Smalah.
- *aumalensis*, Coq., assez abondant. — Mêmes localités.
 - *Gravesianus*, d'Orb., rare. — El-Enfaïdj.
 - *costatus*, Lamk. — Commun à El-Enfaïdj, manque dans cette couche partout ailleurs.

— n. sp. — (*) Coquille à angle spiral grand, à côtes fines, avec sillon à la partie supérieure du tour; tours plats non convexes comme dans le *T. aumalensis*.

Turritella. — Jeune indéterminable.

Natica. — Jeune indéterminable.

Solarium Vattoni, Coq. — Très-abondant sur toute la zone.

Avellana cassis, d'Orb., assez commun. — La Smalah.

Buccinum, n. sp. — Se trouve plus haut.

Cerithium Vattoni, Coq., rare. — La Smalah.

Solarium, n. sp., très-rare. — El-Enfaïdj.

Dentalium sp. ind.

Nucula ovata, Mantell, assez commun. — La Smalah.

— *africanu*, Coq., plus rare. — La Smalah.

Leda fimbriata, Coq., assez rare. — La Smalah.

Venus, sp. ind. — La Smalah.

Radiolites Nicaisei, Coq., rare.

Pseudodiadema tenue, Cott., rare.

Glyphocyphus radiatus, Cott., rare. — Ravin de la Smalah.

Les marnes qui composent la zone à *Solarium Vattoni* sont surmontées dans cette région, après quelques petites alternances, par un ensemble assez puissant de couches de calcaires rognoneux d'abord, délitescents, puis schisteux. Ces calcaires sont riches en échinides, surtout dans les couches inférieures du système. Les parties les plus fossilifères de cette nouvelle zone se voient : 1° Vers El-Bouïb; 2° dans le ravin de la Smalah des prisonniers indigènes; 3° vers la région dite El-Mertoum de l'ouest à gauche de la route d'Aumale à Sour-Djouab; 4° sur la rive gauche du petit ruisseau appelé Oued Moudjiana; 5° au Dhallat-el-Hamra.

Les fossiles les plus répandus dans ces couches sont le *Radiolites Nicaisei*, le *Discoidea cylindrica*, des *Holaster*, etc. J'appellerai cette nouvelle zone du nom du *Radiolites Nicaisei*, qui la caractérise bien par son abondance.

J'ai rencontré là :

Belemnites semicanaliculatus, Blainv., — rare.

Inoceramus striatus?, d'Orb., rare. — El-Moudjiana.

Radiolites Nicaisei, Coq. — Abondant dans toute la zone.

Holaster trecentis, Leym., — assez commun.

— n. sp. — Abondant, mais en mauvais état.

— *Algira*, Coq., — assez commun. — Je désigne sous ce nom une grande espèce qui, je le suppose, a été décrite par M. Coquand sous le nom d'*Ananchytes Algira*. On en voit un très-bon échantillon au musée d'Alger.

Epiaster Vattoni, Coq., — assez commun.

Hemiaster Nicaisei, Coq., — assez commun. — Les individus de cette

zone différent de ceux de la zone à *Hemiaster aumalensis* par leurs ambulacres moins pétales.

Discoidea cylindrica, Agass. Commun. — Variété très-grande, conoïde.

Cidaris vesiculosa, Cott. — Très-rare. Rive gauche de l'Oued Moudjiana.

Pseudodiamia tenue, Cott. — Très-rare, même localité.

Glyphocyphus radiatus, Cott. — Variété grande et subpentagonale. Assez commun sur la rive gauche de l'Oued Moudjiana.

Au-dessus des calcaires à Radiolites on trouve encore, comme dans toute l'épaisseur de l'étage, de petites alternances de calcaires et de marnes schisteux. Cette nouvelle série renferme peu de fossiles; je n'y ai vu que quelques grands individus de l'*Ammonites rhotomagensis* et un *Hemiaster* que j'ai rapporté à l'*Hemiaster aumalensis*, mais qui cependant, en raison de son ensemble plus cordiforme et de son aréa plus droite, pourrait bien constituer une espèce distincte. Une grande assise de marnes très-friables termine cette série. Le sol qui, depuis la muraille à Térébratules, s'est maintenu assez bas, se relève pour former encore une longue ondulation parallèle à celle dont nous avons parlé. Les couches dans cette partie présentent, au nord d'Aumale, une grande courbure qui est surtout visible dans le ravin du ruisseau de Sidi-Saïd-ben-Allèlo, lequel forme le prolongement dans la direction nord-sud des gorges de l'Oued Lakal. Au sud de cette nouvelle arête, en effet, ce cours d'eau principal cesse de courir perpendiculairement aux couches et suit, dans la direction ouest-est la concavité de l'ondulation parallèlement aux strates. La coupe que nous donnons ci contre pour l'intelligence de notre description est donc prise suivant le lit de l'Oued Lakal, depuis le pont des Gorges jusqu'au confluent de l'Oued Sidi-Saïd, et suivant ce dernier ruisseau au delà de ce point. La courbure que nous montrons par la coupe (fig. 3) ne s'étend pas très-loin. A l'est et à l'ouest de l'Oued Lakal elle se modifie ou disparaît. Nous montrons ces changements par deux autres coupes qui sont prises (fig. 4) à 1 kilomètre à l'ouest de la première et (fig. 5) à 1 kilomètre à l'est, toutes deux également suivant la direction nord-sud.

Le versant nord de la nouvelle arête dont nous venons de parler présente au-dessus de la grande assise marneuse une nouvelle zone fossilifère très-intéressante et très-riche en certains endroits, principalement en *Discoidea Forgemolli* et en *Turritiles costatus*. J'appellerai cette zone du nom du premier de ces fossiles qui s'y trouve partout et abondamment. Il y est à l'état calcaire; les

FIG. 4. — Coupe à 1 kilomètre à l'ouest.

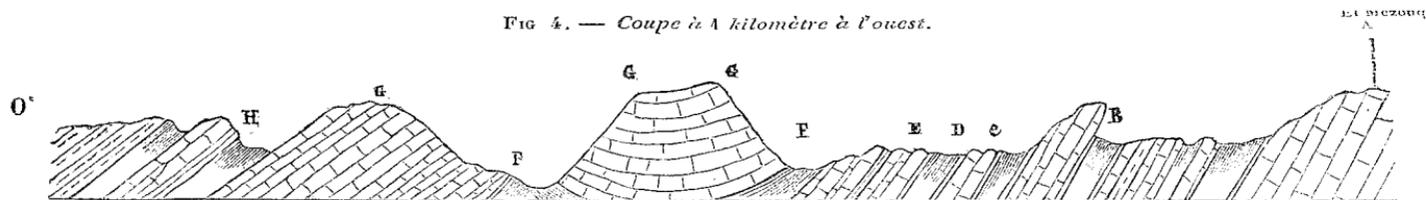


FIG. 3. — Coupe suivant l'Oued Lakal et l'Oued Sidi Saïd.

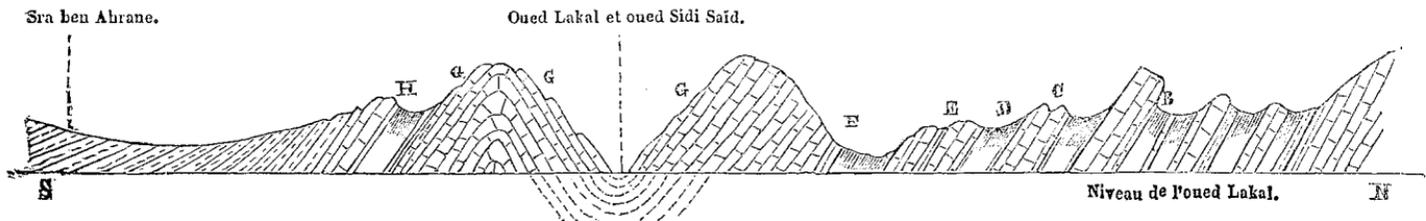
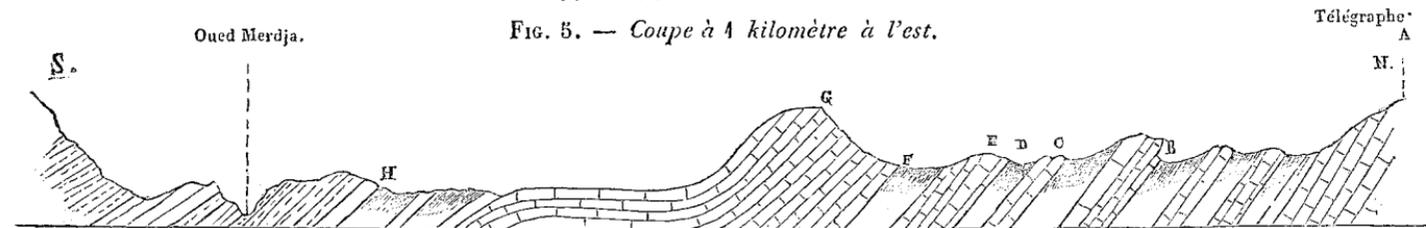


FIG. 5. — Coupe à 1 kilomètre à l'est.



E. Niveau de l'Oued Lakal. Échelle à 1/10000 (0^m,01 pour 100 mètres).

A — Zone à <i>Ammonites latidorsatus</i> .	C — Zone à <i>Hemiaster aumalensis</i> .	E — Zone à <i>Radiolites Nicaisi</i> .	G — Zone à <i>Epiaster Villei</i> .
B — Zone à <i>Ammonites Nicaisi</i> .	D — Zone à <i>Solarium Vattoni</i> .	F — Zone à <i>Discoidea Forgemolli</i> .	H — Zone à <i>Epiaster Heberti</i> .



autres y sont en partie à l'état ferrugineux, surtout dans la région dite El-Mertoum de l'ouest.

J'y ai trouvé :

Ammonites rothomagensis, Brong. — Commun. Jeune.

— *Villei*, Coq. — Assez commun.

— *Martimpreyi*, Coq. — Rare.

— *varians*, Sow. — Commun.

— *Favrei*, Coq. — Commun. — *L'Ammonites Favrei*, que je mentionne ici, diffère du type de M. Coquand par son dos, qui, au lieu d'être tranchant, se trouve un peu carré et en quelque sorte bi-caréné par deux rangées latérales de petits monticules. Les tours sont aussi plus apparents que sur les $\frac{2}{5}$ dans l'ombilic. Tel que je l'ai trouvé, l'*A. Favrei* est presque identique avec l'*A. neocomiensis*, d'Orb. Dans le plus jeune âge les côtes de l'*A. Favrei* sont plus fines et plus nombreuses. Il y a plusieurs variétés et des passages insensibles de l'une à l'autre.

Ammonites, sp. n. — Espèce A de la couche à *Solarium Vattoni*.

Ammonites, n. sp. — (Espèce E) Très-rare. Voisine de l'*A. Emerici* du terrain aptien.

— n. sp. (Espèce F) Très-rare. — Voisine de l'*A. Morelianus*, d'Orb., du terrain aptien.

Scaphites æqualis, Sow. — Cette variété diffère, comme je l'ai dit, de celle de la zone à *Ammonites Nicaisei*, par ses tours toujours très-découverts. Peut-être est-ce une espèce distincte.

Baculites baculoides, d'Orb. — Très-commun.

— *anceps*, d'Orb. — Assez commun.

Hamites simplex, d'Orb. — Assez commun.

— *armatus*, d'Orb. — Rare.

Turrilites costatus, Lamk. — Excessivement abondant.

Natica. sp. ind.

Avellana cassis, d'Orb. — Assez commun.

Solarium Vattoni, Coq. — Rare dans cette couche.

Buccinum, sp. n. Le même que dans la couche à *Solarium Vattoni*.

Leda africana, Coq. Commune. — Variété moins comprimée.

— *imbriata?* Coq. — Assez rare.

— n. sp. — Commun. Mentionné déjà dans d'autres couches.

Nucula cretacea, Coq. — Assez commun.

— n. sp. — Plus large et moins allongée que la précédente.

Cardium Hillanum. Sow. Commun.

Tellina. — n. sp. — Espèce rare. A côté anal large et arrondi.

— n. sp. — Voisine de la *Tellina Renauxiana*, mais presque équilatérale et équivalve.

Lucina Nicaisei, Coq. Assez commun.

Dentalium, sp. ind.

Radiolites Nicaisei, Coq. Rare.

Serpula.

Holaster Toucasi, Coq. Rare.

Discoidea Forgemolli, Coq. Très-abondant.

Les assises, qui surmontent la couche à *Discoidea Forgemolli*, et qui forment au nord d'Aumale l'arête dont nous avons parlé, se composent d'une série de bancs calcaires, la plupart rognoneux, mais dont quelques-uns, très-durs, peuvent être exploités. Dans tous les bancs inférieurs de ce système, je n'ai rencontré que quelques individus en mauvais état d'un *Hemiaster* que j'ai rapporté à l'*H. bufo*. Les bancs supérieurs présentent une assise assez riche en échinides et principalement en *Epiaster Villei*. Cette nouvelle faune comprend :

Epiaster Villei, Coq. Très-abondant. (*) Je crois devoir réunir à cette espèce l'*Epiaster maximum*, Coq., qui me paraît n'en être qu'une variété. On trouve à peu près en effet tous les degrés intermédiaires entre ces deux types.

Hemiaster bufo, Desor. — Rare.

Holaster trecensis, Leym. — Commun.

— n. sp. Commun. Voisin de forme du *H. subglobosus*; en diffère par les détails.

Cardiaster, n. sp. — Assez rare. Rive gauche de l'oued Sidi-Saïd.

Discoidea Forgemolli, Coq. — Rare dans cette couche.

— *cylindrica*, Agass. — Assez commun. Taille moyenne. — Forme subpentagonale.

Radiolites Nicaisei, Coq. — Variété à côtes aiguës, régulières et saillantes.

Serpules.

Le banc à *Epiaster Villei* est, comme nous l'avons dit, un des plus supérieurs de ce massif. Presque immédiatement au-dessus se trouve une nouvelle assise assez épaisse de marnes schisteuses sans fossiles. De même que dans les assises semblables, les couches supérieures se mélangent de lits de calcaires rognoneux et ces calcaires contiennent quelques *Ammonites* et *Turrilites*. Quelques mètres plus haut, un peu en dessous des calcaires durs, cette nouvelle faune acquiert tout son développement. C'est la zone à *E. Heberti*. Cet oursin, par son abondance, la caractérise parfaitement. Je me suis étonné de ne pas voir, dans le catalogue de M. Coquand, cette espèce figurer parmi celles trouvées à Aumale. Il est bien probable cependant qu'elle n'a pas échappé aux recherches de M. Vatonne, et surtout de M. Nicaise, qui me semble avoir exploré le pays avec beaucoup de soin. Je vois figurer à sa place l'*E. crassissimus*, que de mon côté je n'ai pu découvrir. Les différences sont trop grandes entre ces espèces, pour qu'il ait pu

y avoir confusion. Je ne puis donc m'expliquer cette lacune. L'espèce *E. Heberti*, à laquelle je rapporte les oursins dont nous occupons, habite, dit M. Coquand, à Tebessa, un niveau un peu supérieur à l'étage rhotomagien. Elle est carentonienne. A Aumale la couche où elle se trouve appartient encore incontestablement à l'étage rothomagien, mais on remarquera qu'elle occupe la partie supérieure de ce terrain et que déjà la faune qu'elle renferme se mélange de quelques espèces qui ne se trouvent habituellement qu'à un niveau plus élevé.

Quoique la couche à *E. Heberti*, où les fossiles sont à l'état calcaire, soit fossilifère sur toute son étendue, j'ai remarqué certains endroits où ces fossiles sont mieux conservés et plus abondants. Ce sont : 1° sur le chemin d'Aumale à Beni-Mansour par la Ksenna, à 2 kilomètres environ à l'est du télégraphe; 2° dans le ravin de l'oued Sidi-Saïd-ben-Allèle, sur la rive droite; 3° sur la rive droite de l'oued Rhabat, près d'une petite cascade; 4° sur plusieurs points à gauche de la route d'Aumale à El-Martoum; 5° sur le flanc nord-est de la montagne dite le Garn-es-Salem.

Les fossiles de la zone à *E. Heberti* sont :

Ammonites Mantelli, Sow. — Abondent plusieurs variétés.

— *Woolgarii*? d'Orb. Ne diffère du type que par la présence de deux très-petites côtes entre les grandes. — Rare.

— n. sp. — Espèces à côtes droites partant des tubercules placés autour de l'ombilic. Entre chacune de ces côtes principales en naissent deux autres. Toutes viennent, égales entre elles, former sur le dos des lamelles saillantes et également espacées.

Turritiles Scheuchzerianus, Bosc. — Assez commun.

— *Desnoyersi*, d'Orb. — Assez rare.

Belemnites, ind.

Terebratula, ind.

Epiaster Heberti, Coq. — Très-abondant. (*) L'examen d'une série bien complète de cette espèce m'a décidé à y réunir l'*Epiaster minimus*, Coq., qui me paraît n'en être que le jeune. La bonne conservation des individus m'a aussi permis de préciser certains caractères remarquables qui ont une importance réelle pour l'établissement de l'espèce. Le test de l'*E. Heberti* est semé de tubercules égaux, régulièrement espacés, entre lesquels on distingue un grand nombre de petits granules. Ces granules, répartis sans ordre sur tout le reste de la surface, prennent, autour des ambulacres et comme pour remplacer le fasciole des autres genres, une disposition très-remarquable, par petites séries linéaires, onduleuses, un peu irrégulières, mais dirigées toutes dans le sens du fasciole. Cette disposition ne manque sur aucun de mes nombreux échantillons.

Un autre caractère réside dans la forme du péristome qui est singulièrement petit, à fleur de test et d'une forme pentagonale bien prononcée. On peut encore mentionner l'existence de granules entre les pores ambulacraires. Les plus grands individus que j'ai recueillis atteignent 42 millimètres de longueur, 42 millimètres de largeur, 28 millimètres de hauteur. La plupart restent bien au-dessous de cette taille et ont en moyenne 30 millimètres de long.

Hemiaster bufo, Desor. — Abondant. — On peut en distinguer plusieurs variétés.

— *Fourneli*, Desor. — (*Periaster Fourneli*, Coq.) (*) Le catalogue de M. Coquand indique le *Periaster Fourneli*, à Sour-Ghozlan, près d'Aumale. Sour-Ghozlan n'est que le nom arabe de la ville d'Aumale, ou du moins du village arabe qui existait avant notre arrivée. L'espèce de ce pays appartient incontestablement au genre *Hemiaster*, comme du reste la plupart des individus de cette espèce de Batna, du Tamarin ou d'El-Kantara.

Hemiaster, n. sp. — Voisine de l'*H. bufo*; cette espèce s'en distingue par sa taille plus grande et surtout plus haute; moins oblique d'arrière en avant; à anus plus grand et arrondi; à ambulacres plus larges; cette espèce n'a pas non plus de carène en arrière du sommet.

Hemiaster trecensis, Leym.

— n. sp. — Espèce très-basse de forme, à dessous très-plat, à pourtour caréné. Voisin du *H. Barrandei*; en diffère par les pores, par la taille, etc.

Holectypus? jeune ind.

Pseudodiadema variolare, Cott. Très-rare. — Rive droite de l'Oued Rhabat.

Glyphocyphus radiatus, Cott. Variété minor. — Abondant. Diffère comme je l'ai dit par sa petite taille et sa forme ronde de celle de la zone à *Radiolites*.

Après la couche à *E. Heberti*, on parcourt, sans rencontrer de fossiles, une épaisseur assez considérable de calcaires marneux, schisteux et délitescents. Ce n'est qu'après plusieurs alternances d'assises plus ou moins dures, que l'on rencontre un horizon, où l'on trouve assez constamment le *Radiolites Nicaisei*, Coq. Il y a là, parmi les individus que j'ai recueillis, certains exemplaires qui pourraient bien appartenir à une espèce distincte; mais, de ceux-là, je n'en ai pas trouvé d'assez entiers pour pouvoir établir la distinction. Quoi qu'il en soit, le vrai *Radiolites Nicaisei* s'y trouve.

Un peu après ces couches, on rencontre au milieu de marnes délitescentes un banc rognoneux fossilifère assez remarquable.

Quoique ce banc ne soit pas observable sur toute la ligne et qu'il cesse d'être visible quand les calcaires marneux qui le composent deviennent trop schisteux, il est néanmoins facile à suivre. Sur un grand nombre de points on peut le reconnaître et toujours on le voit avec les mêmes fossiles et le même faciès. Il est remarquable principalement par une grande quantité d'oursins toujours déformés et empâtés.

J'y ai trouvé :

Hemiaster Fourneli, Desor. — Abondant.

Radiolites Nicaisei, Coq. — Échantillons énormes; très-voisin du *R. cornu-pastoris*.

Nucula, n. s.

J'ai pu y reconnaître encore une grosse Ammonite dont les cloisons rappellent celles de l'*A. lewestensis*, sans qu'il soit possible de les identifier, et un *Cyphosoma* en assez mauvais état, mais dans lequel néanmoins M. Cotteau a pu reconnaître le *Cyphosoma radiatum*, Sorignet, qu'on trouve dans la craie turonienne et dans la craie blanche.

Peut-être parmi les oursins déformés s'en trouve-t-il d'autres que l'*Hemiaster Fourneli*, mais je n'en ai pas trouvé d'autre déterminable.

L'horizon à *Hemiaster Fourneli* se voit principalement : 1° près de l'abattoir d'Aumale; 2° au bas du versant nord de la colline formée par le filon de porphyre dioritique; 3° sur la rive gauche de l'Oued-bou-Goutkane; 4° à l'est de la vallée dite El-Moudjiana.

Près de l'abattoir d'Aumale, au-dessus des couches précédentes, et en remontant la colline que couronnent les premières assises du terrain miocène, j'ai encore rencontré une couche de calcaire délitescent contenant assez abondamment un oursin que je rapporte avec doute au *Micraster Peinii*, Coq. Je regrette que la description de cette espèce dans l'ouvrage de M. Coquand soit trop incomplète pour me permettre d'y rattacher avec certitude les oursins dont je parle. Leur découverte aurait permis d'établir le niveau de la craie supérieure dans cette partie.

Les oursins, que je rapporte au *Micraster Peinii*, Coq., sont bien conservés et curieux. Les pores, les ambulacres, les tubercules, que M. Coquand n'a pas décrits, sont cependant remarquables. J'espère que M. Cotteau, à qui j'ai envoyé ces Échinides, nous les fera prochainement connaître.

La couche fossilifère dont je viens de parler et que je n'ai pu observer que sur un seul point est la dernière dont on puisse constater régulièrement la position stratigraphique. Les autres points des environs, où l'on peut encore rencontrer des fossiles dans les couches supérieures à celles dont nous nous sommes occupés jusqu'ici, sont généralement peu étendus, disséminés très-irrégulièrement dans la région sud des environs d'Aumale, et perdus dans des couches si bouleversées qu'il est impossible d'établir avec certitude, non-seulement leurs niveaux relatifs entre eux, mais leur niveau par rapport aux couches que nous avons examinées.

Ces différents gisements de fossiles consistent principalement en dépôts huîtres. Quoique je n'en aie rencontré qu'un petit nombre, ils doivent être, si je ne me trompe, assez nombreux. Ils sont difficiles à découvrir dans cette vaste région fort tourmentée et ravinée, où le plus souvent le métamorphisme des couches a fait disparaître toute trace de fossilisation. Du reste, le mauvais état et la rareté des fossiles, ainsi que l'impossibilité de constater la position stratigraphique, enlèvent une partie de l'intérêt à la recherche de ces gisements. M. Nicaise, sans doute, en a pu découvrir qui m'ont échappé, car je vois figurer dans le catalogue de M. Coquand un certain nombre d'espèces d'Huîtres que je n'ai pas aperçues.

Le plus important de ces gisements que j'aie rencontré est celui qui se trouve à 4 kilomètres d'Aumale, entre les deux chemins de l'Oued-Okis, sur les flancs est et nord d'une colline dont le sommet est formé par une couche de gypse.

Cette colline, située à environ 800 mètres au sud-est des dernières couches régulières observables, est incontestablement, d'après l'inclinaison des couches, placée stratigraphiquement au-dessus de ces dernières couches. L'intervalle est caché sous les alluvions de l'Oued-Merdja.

A cette colline, dans des couches encore assez régulières et plongeant encore au sud, j'ai observé une faune bien caractéristique de la craie sénonienne.

C'est, en abondance, l'*Ostrea acutirostris*, Nilsson ; l'*Ostrea Matheroni*, d'Orb. ; l'*Inoceramus Goldfussii*, d'Orb. ; un autre *Inoceramus*, sans doute l'*I. regularis*, qui atteint parfois jusqu'à 0^m,30 de longueur, un Spondyle indéterminé, une Lime.

Si, abandonnant cette colline, nous traversons encore la vallée d'alluvion dans la direction sud-est, nous trouverons, dans des assises marneuses, probablement supérieures à celles à *Ostrea*

acutirostris, un petit gisement situé sur le bord gauche du chemin de Sétif, où j'ai recueilli en abondance une petite *Ostrea vesiculosa*, plus un tronçon de *Radiolites Nicaisei* et un *Hemiasper* indéterminable. Cette couche est surmontée dans cette région par une épaisseur considérable de marnes et de calcaires délitescents qui forment la colline dite El-Feddone. Dans ces derniers dépôts, je n'ai aperçu que quelques traces indéterminables d'*Inoceramus*.

Dans la partie au sud d'Aumale, au milieu de cette région assez accidentée, qui s'étend entre la ville et la montagne du Dirah, j'ai rencontré, sur la droite de l'Oued-Mehadjer, dans un des replis de la partie appelée Regueb-el-Tenaïa, un petit gisement d'*Ostrea*, que j'ai reconnu pour l'*Ostrea Janus*, Coq.

Dans l'ouest, toujours dans ces mêmes couches, ou du moins dans le même ensemble de couches, j'ai encore rencontré sur le bord de l'Oued-Saïdan, l'*Ostrea Matheroni*, Coq. Ici encore, les couches qui contiennent ce fossile sont couvertes par un ensemble considérable de marnes, lesquelles forment la partie supérieure de la montagne dite le Garn-es-Salem, dont l'altitude atteint 1,360 mètres.

Ces fossiles des couches supérieures, quoique peu nombreux, suffisent de concert avec la stratigraphie pour démontrer l'existence dans cette région de la série complète des assises de la craie supérieure. Ces mêmes terrains, du reste, se prolongent sur une assez grande largeur, fort loin dans l'est de la province et dans celle de Constantine. J'ai pu les suivre, et, comme je le dirai dans une autre étude, je les ai trouvés à Mansourah, à Bordj-Bou-Arérij, etc., beaucoup mieux stratifiés et infiniment plus riches en fossiles.

Pour résumer notre étude sur les terrains crétacés d'Aumale, nous dirons que l'on trouve aux environs de ce pays, depuis le village de Bir-Rabalou jusqu'au Dirah, une série de couches et de zones fossilifères, constantes et bien distinctes, dont nous indiquons la disposition dans les coupes ci-jointes.

Ces couches comprennent :

Gault infé-	} Alternances épaisses de marnes et de calcaires délitescents.	—	de marnes vertes schisteuses et de grès ferrugineux et de quartzites sans fossiles.
rieur?			
Étage ap-	} Marnes et grès, { Couche à <i>Terebratula Dutemplei</i> .	} Calcaires sableux. { Zone à <i>Ammonites latidorsatus</i> .	} Sans fossiles.
tien?			
Gault.	} Bancs épais de calcaires durs.		} Sans fossiles.
	} Calcaires schisteux et marnes.		

- Étage cé-
nomanien. } Marnes.—Zone à *Ammonites Nicaisei*.
Assise calcaire à *Terebratula biplicata*.
Calcaires rognoneux. — Zone à *Hemiaster aumalensis*.
Marnes.—Zone à *Solarium Vattoni*.
Calcaires.—Zone à *Radiolites Nicaisei*.
Marnes sans fossiles.
Calcaires marneux.—Zone à *Discoidea Forgemolli*.
Calcaires sans fossiles.
Banc calcaire.—Zone à *Epiaster Villei*.
Marnes sans fossiles.
Calcaires rognoneux. — Zone à *Epiaster Heberti*.
Épaisseur assez considérable de marnes, de calcaires schisteux et délitescents, avec *Radiolites Nicaisei* seulement.
- Turonien. } Marnes et calcaires rognoneux à *Hemiaster Fourneli*.
— à *Micraster Peinei*.
- Sénonien. } Épaisseur considérable de marnes, marnes métamorphisées, calcaires délitescents, schisteux, etc., avec Huitres de la craie supérieure.

L'épaisseur totale de ces couches que j'ai pu évaluer, soit par mesure directe, soit par opération géométrique, soit par simple estimation, depuis le gault inférieur jusqu'à la couche à *Micraster Peinei*, se monte à environ 4,400 mètres. En y ajoutant une évaluation très-approximative de 200 mètres pour les couches supérieures, soit à El-Feddone, soit au Garn-es-Salem, nous atteindrons au minimum approximatif de 4,300 mètres pour le développement total des assises crétacées aux environs d'Aumale.

Comme je l'ai exprimé par les accolades, on peut classer dans les différents étages reconnus par les géologues les couches que nous venons de parcourir. Mais, je le répète, les coupures que l'on pourra faire et la répartition des couches dans les différents étages sera complètement arbitraire. Rien n'indique en aucune façon le point où finit un étage et où commence l'autre. Il n'y a là qu'une série parfaitement continue, sans interruption visible, sans mouvements, sans changements minéralogiques importants. Les modifications ou bouleversements, qui ont pu affecter d'autres contrées du globe pendant cette longue période, ne se sont pas fait sentir ici.

La formation est une. Les sédiments se sont déposés régulièrement dans des mers calmes, que sont venues peupler des faunes successives présentant toujours le plus grand nombre des espèces nouvelles, mais liées toujours aussi par des espèces communes.

Le faciès de ces faunes indique des dépôts formés près des

côtes. Le plus grand nombre des espèces, en effet, appartiennent à l'ordre des céphalopodes.

En récapitulant, nous trouvons :

<i>Céphalopodes</i>	52 espèces.
<i>Échinides</i>	27 —
<i>Gastéropodes</i>	} 36 —
<i>Acéphales</i>	
<i>Brachiopodes</i>	

Sur ces nombres, 29 espèces de céphalopodes se retrouvent en France, 7 espèces d'Échinides et 12 espèces des autres ordres.

La différence entre cette faune et celle des couches correspondantes de Batna est encore plus grande ; à peine retrouve-t-on quelques espèces communes.

Terrains tertiaires.

Au-dessus des terrains créacés que nous venons de décrire règne une épaisse série d'assises tertiaires. Ces nouveaux terrains sont peu intéressants aux environs d'Aumale. Les fossiles y sont rares et le plus souvent mal conservés.

Le caractère minéralogique reste sensiblement le même dans toute la série. Ce sont des successions de bancs de grès ferrugineux, comme ceux qui constituent les terrains tertiaires dans presque tout le nord de l'Afrique et dont les assises dures et résistantes forment les sommets les plus élevés des deux principales arêtes de l'Atlas. Ces grès, dans les assises supérieures, à l'est et à l'ouest d'Aumale, deviennent plus sableux, moins ferrugineux, et finissent sur certains points, qui n'ont pas été dénudés, par alterner avec des marnes sableuses et schisteuses, qu'il n'est pas toujours facile de distinguer des couches semblables du terrain créacé voisin. Ces marnes sont visibles principalement sur la rive droite de l'Oued-Bhaïr, un peu au nord-ouest de la mosquée, où une faille les a mises en contact avec les marnes sénoniennes.

Selon toute probabilité, la série entière des terrains tertiaires, à l'exception du terrain pliocène, se trouve réunie dans les assises dont nous parlons. Toutefois, il est difficile de se prononcer à cet égard, et encore plus difficile d'établir les divisions entre les étages inférieurs. L'absence de fossiles caractéristiques laisse l'observateur sans points de repère, et ce n'est que par comparaison avec les couches semblables des régions voisines que l'on peut conclure.

Le plus grand développement des assises tertiaires, et surtout des assises inférieures, se voit dans la montagne du Dirah. Toutefois, cette région n'est pas la plus avantageuse à exploiter. Les difficultés qu'on éprouve à parcourir ce massif montagneux, le manque de fossiles et l'absence des couches supérieures font préférer l'étude des couches tertiaires qui s'étendent de l'est à l'ouest en passant sous la ville même d'Aumale.

Le cours de l'Oued-Souagui dans un sens et celui de l'Oued-Lakal dans un autre donnent de bonnes coupes de cette série.

Le seul fossile que j'aie rencontré dans les couches les plus inférieures du terrain tertiaire, sur le versant ouest de la colline dite El-Mazouz, et sur les rives de l'Oued-Souagui, est une *Ostrea* inconnue, je crois, en France, et que M. Nicaise a classée dans le terrain suessonien sous le nom d'*Ostrea bogharensis*. Ce fossile est fort répandu dans la province d'Alger et se trouve toujours à peu près à ce même niveau. Je l'ai rencontré sur beaucoup de points, mais c'est surtout au sud du Dirah, sur la rive gauche de l'Oued-Tifla, chez les Ouled-si-Moussa, qu'il se trouve le plus abondamment. Ce gisement est des plus remarquables. L'*Ostrea bogharensis* forme là, à lui seul, une série de couches épaisses et visibles sur une grande longueur. La couche est composée d'une marne très-sableuse, friable et littéralement pétrie d'*Ostrea*. Ces fossiles y sont bien conservés; on peut facilement en recueillir un grand nombre dans toutes les variétés de forme et d'âge. Les couches de grès ferrugineux qui surmontent les couches à *Ostrea bogharensis* ne m'ont offert aucun fossile. Les Nummulites et quelques autres fossiles qu'on a trouvés à ce niveau dans les contrées voisines permettent de les classer dans l'étage parisien. Ces grès appartiennent évidemment à ce vaste ensemble de couches qui, constituant le Djebel-Dirah, le Djebel-Ouennougha, etc., se continuent dans la province de Constantine par le Djebel-Dreaf, le Djebel-Mansourah, etc., jusqu'au piton isolé du Djebel-Sidi-Brao, et forment ainsi, en une seconde bande parallèle à la première, le pendant de la formation nummulitique du Djurjura.

Les couches supérieures tertiaires, celles sur lesquelles est bâtie la ville d'Aumale, appartiennent à l'étage falunien, d'Orb. Ce terrain, fort répandu dans l'Afrique du nord, y est souvent indépendant du terrain tertiaire inférieur. Il paraît constituer une autre époque bien tranchée et séparée de la première par un mouvement géologique considérable. On le voit en effet dans la grande Kabylie, dans les environs de Milianah et sur plusieurs autres points de la province, complètement isolé du terrain nummuliti-

tique sur lequel il repose habituellement. A Aumale, le terrain falunien repose en stratification concordante sur les grès nummulitiques. Toutefois, un examen attentif des diverses couches montre clairement la modification sédimentaire qu'a occasionnée le mouvement géologique signalé entre les deux étages. Il y a lieu de croire, en outre, que ce mouvement a un peu changé à Aumale même la distribution des mers tertiaires. Le terrain miocène en effet a dépassé les limites de la mer éocène, et laissant en-dessous les couches de cette époque, est venu s'appuyer directement sur le terrain crétacé, comme on peut le voir au versant ouest du coteau situé à droite de l'Oued-Lakal, vers la porte d'Alger, à Aumale.

Le cours de l'Oued-Lakal, dans cette partie, et le talus des remparts ouest de la ville donnent une bonne coupe du terrain miocène. On y voit, au milieu d'une alternance de bancs calcaires sableux, jaunes et gris, et de marnes sableuses, quelques couches remplies de moules de *Turritella turris*, Bast., d'*Ostrea*, de *Janira burdigalensis*, Lamk, de *Pectunculus insubricus*, Brocchi, et d'autres bivalves mal conservées. Ces couches sont les plus basses de l'étage falunien. Elles sont formées de sédiments grossiers, remplies de graviers, de blocs de grès remaniés et de silex noirâtres. Cette même disposition de couches entre les étages éocène et miocène est encore plus remarquable dans les montagnes du Djebel-Afoul qui forment la séparation entre le Tell et les steppes du désert. J'aurai l'occasion de revenir sur la géologie de cette montagne.

Terrains ignés et métamorphiques.

Les terrains ignés sont représentés dans les environs d'Aumale par un grand filon d'*amphibolite porphyroïde* (diorite des auteurs) qui passe quelquefois à une *amphibolite granitoïde* et à une *amphibolite* compacte ou *aphanite*.

Ce filon est visible principalement dans le mamelon situé au sud-est de la ville, sur la rive droite de l'Oued-Lachebour. Il traverse là les couches à *Hemiaster Fourneli*.

L'origine éruptive et à l'état de fusion de cette roche me paraît ici clairement démontrée. Les calcaires les plus voisins sont soulevés, tordus et scoriacés. Tout autour de la roche règne une couronne de gypse en masses inégales et sans traces de stratification. Les couches marneuses les plus voisines sont, comme nous le verrons plus loin, métamorphosées de manière à ne laisser aucun doute sur l'action calorifique qu'elles ont subie.

On peut suivre le filon de porphyre assez loin, suivant une ligne

dirigée de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est ; puis, on le retrouve plus loin encore, à 12 kilomètres d'Aumale, vers l'Oued-Ghmara ; enfin, j'en ai encore trouvé des blocs dans les alluvions d'un torrent descendant du Djebel-Ouennougha à 30 kilomètres environ à l'est. De l'autre côté du Dirah, dans les couches crétacées qui forment le versant sud-est, on retrouve encore la roche dioritique. Là, elle est à l'état compacte et quelquefois granitoïde.

C'est, selon toute probabilité, à l'éruption de cette roche, qu'il faut attribuer l'origine de tous les gisements gypsifères de la contrée.

Tous ces gypses, en effet, accusent clairement une origine métamorphique. Tous, situés sensiblement sur une même zone, dirigée de l'est à l'ouest, comme le filon de porphyre, sont entourés de couches tourmentées, métamorphosées, veinées de filons de calcaire spathique. Tous sont accompagnés des mêmes phénomènes de coloration en vert et surtout en violet lie-de-vin des argiles encaissantes. Sur les parties supérieures on voit toujours des calcaires scoriacés noirâtres, des roches jaunes cristallines, très-dolomitiques. Partout encore la position des roches de gypse par rapport aux strates voisines ne laisse pas de doute sur leur indépendance. Enfin, on peut encore considérer comme une preuve l'existence de sources thermales sulfureuses situées sur ce même axe de soulèvement. Telle est la source du pays d'Anif à quelques kilomètres du caravansérail de l'Oued-Okris ; telles sont les sources de Mansourah, plus loin encore dans la même direction.

Les gypses d'Aumale, quant à leur origine, sont semblables à ceux de certaines parties de l'Algérie, comme ceux de Lalla-Ouda, près d'Orléansville, du Zaccar, près de Milianah, etc., etc., tous gisements dont l'origine métamorphique a été bien constatée par M. Ville, et qui tous présentent les mêmes caractères que ceux d'Aumale et accompagnent aussi le plus souvent une roche éruptive.

C'est incontestablement à la fin de la période crétacée et avant le dépôt des terrains tertiaires qu'il faut faire remonter l'éruption des porphyres d'Aumale et la formation des gypses qui les accompagnent.

En aucun endroit, en effet, on ne voit la roche ignée traverser les couches tertiaires, lesquelles ne contiennent non plus aucune trace de gypse.

La grande bande de terrain tertiaire qui succède au terrain crétacé vient souvent s'appuyer sur ce dernier terrain, précisément sur la ligne d'éruption des porphyres. Il en résulte ce fait qui a

été remarqué par beaucoup d'observateurs, que les gypses se trouvaient très-souvent au contact des terrains tertiaires et des terrains secondaires.

Le nombre des gisements de gypse est très-considérable aux environs d'Aumale. On peut même dire que les traces de cette roche se montrent presque sans interruption sur une bande dirigée de l'est à l'ouest et passant par Aumale. J'ai pu suivre, comme je l'ai dit, cette zone à une grande distance, et j'ai toujours reconnu sur ce même alignement des gisements de gypse importants. Tels sont ceux que l'on voit au delà et dans l'est du caravansérail de l'Oued-Okris, puis ceux de la contrée dite Ben-Daoud, à 56 kilomètres est d'Aumale, etc.

La grande zone que nous venons d'indiquer n'est pas la seule où l'on rencontre le gypse. Si l'on se transporte de l'autre côté du Dirah, sur les bords de l'Oued-ben-Ayet, de l'Oued-Tifla, etc., on en rencontre encore de nombreux gisements. De même qu'à Aumale, ces gypses accompagnent les porphyres, que nous avons signalés dans cette région. Ces deux roches paraissent partout intimement liées. Si la roche ignée n'est pas toujours visible, il est probable qu'on la trouverait le plus souvent à peu de distance au-dessous des couches métamorphisées.

Terrains de transport.

Outre le terrain que nous venons de mentionner aux environs d'Aumale, nous avons encore à signaler l'existence de deux terrains de transport, différents d'âge et de position. Le premier de ces terrains, qu'on ne peut rapporter qu'à l'époque quaternaire, puisqu'il n'a pas encore été établi en Afrique de subdivisions dans cette époque un peu trop vague, présente un certain intérêt en raison de sa contemporanéité avec les alluvions de la Métidja, avec les dépôts des steppes et avec les sables du Sahara. Tous ces dépôts sont-ils exactement de la même époque? Je ne le crois pas, et il me semble qu'il y aura lieu d'examiner cette question.

Le terrain diluvien d'Aumale s'étend, au nord du Dirah, sur le sommet de presque tous les coteaux qu'on rencontre entre cette montagne et la ville. Dans cette partie, il se compose d'une alluvion plus ou moins épaisse de blocs et de cailloux roulés, de grès rouges ou jaunes des terrains tertiaires, mêlés à quelques cailloux également roulés de silex et de calcaire. On peut voir à Aumale même, vers l'hôpital militaire, une bonne coupe de ce terrain, soit dans la tranchée ouverte pour la rue, soit dans les déblais effec-

FIG. 6. — Coupe faisant suite aux coupes précédentes ; — prise du pénitencier indigène aux premières rampes du Dirah.

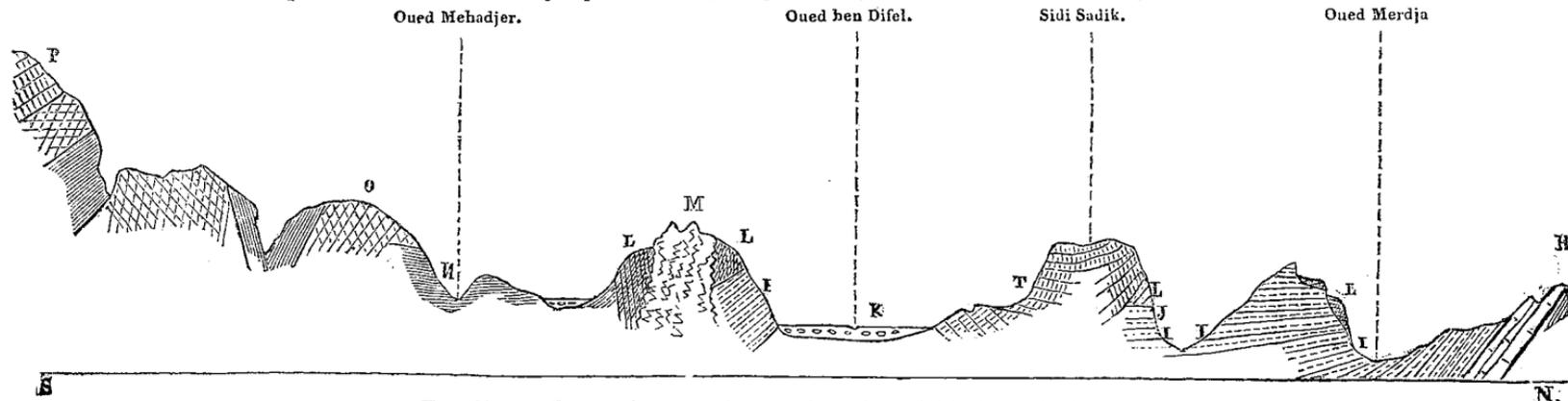
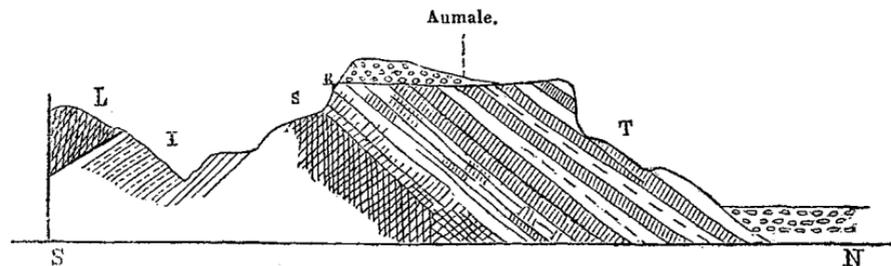


FIG. 7. — Coupe du mamelon sur lequel est bâtie la ville d'Aumale.



H — Zone à *Epiaster Heberti*.
 I — Zone à *Hemiasfer Fourneli*.
 J — Zone à *Micraster Peinii*.
 L — Gypse.

K — Alluvions modernes.
 M — Amphibolite.
 T — Calcaire sableux miocène.
 N — Gisement d'*Ostrea Janus*.

O } — Marnes métamorphosées.
 S }
 P — Grès nummulitiques.
 R — Couches chargées de gypse.

tués pour les travaux de l'hôpital. Je n'ai pas connaissance qu'on ait rencontré dans ces dépôts aucun reste fossile.

Au nord d'Aumale, on rencontre encore par places les grès roulés sur les coteaux ; mais, à mesure que l'on s'éloigne des terrains tertiaires, ils sont remplacés par une croûte calcaire blanchâtre, peu épaisse, empâtant le plus souvent des fragments du calcaire gris sous-jacent, ou bien encore par de simples débris de ces mêmes calcaires remaniés dans une gangue terreuse souvent rougeâtre.

Ces dépôts occupent au nord d'Aumale les flancs des arêtes dont nous avons parlé et on les voit toujours à une hauteur assez considérable. Ils suivent les pentes des coteaux et sont inclinés quelquefois à plus de 20°, comme au nord du télégraphe Lakal. Ce diluvium est visible en place sur de nombreux points où il n'a pas été dénudé. Ainsi, dans l'est du col d'Ain Berni, on le voit recouvrir les couches du gault ; sur tout le versant nord de la colline Lakal, il est encore visible, ainsi que sur les couches céno-maniennes supérieures d'El Mertoum de l'ouest.

L'altitude de ces dépôts varie entre 900 et 950 mètres.

A côté de cette alluvion quaternaire dont l'altitude est toujours bien supérieure, on en voit d'autres dont la puissance, quelquefois considérable, attire forcément l'attention du géologue. Ces alluvions, qui occupent le fond des vallées, sont évidemment modernes. Elles sont, comme le terrain diluvien, composées, dans le voisinage du Dirah et en général dans le voisinage du terrain tertiaire, de dépôts de cailloux roulés de grès et de silex. Dans ce cas, les deux terrains se ressemblent beaucoup et la plupart des ravins descendant du Dirah nous les montrent tous deux dans leur position respective. Dans les autres régions, et particulièrement dans les vallées tracées au milieu des marnes schisteuses, les alluvions se composent de terrains meubles terreux et argileux qui atteignent quelquefois une grande épaisseur. Le lit actuel de l'Oued-Ghmara, creusé dans une de ces alluvions, présente vers la forêt du Ksenna une falaise verticale, minée constamment par les eaux, dont la hauteur est de plus de trente mètres. Les plaines des Trembles, des Arib, la petite plaine de l'Oued-Merdja, vers Aumale, sont formées par ces alluvions.

Considérations industrielles.

Moins bien partagée que beaucoup d'autres régions de la province, la subdivision d'Aumale manque de gisements métallifères.

Sa principale richesse minérale consiste en bonnes pierres à bâtir et en beaux gisements de plâtre.

Les terrains crétacé et tertiaire peuvent tous deux fournir des pierres de taille. Toutefois, il y a de grandes différences dans leur emploi.

Le calcaire sableux miocène est le plus employé pour les constructions de la ville. Sa proximité, son abondance et la facilité d'exploitation le font préférer. Il est excellent du reste comme moellon. Le calcaire dur de certaines couches crétacées est de beaucoup préférable pour la taille ; il peut fournir non-seulement d'excellente pierre à bâtir, mais de la pierre à sculpter. On peut en trouver des blocs énormes qui pourraient servir avantageusement pour caves, auges, etc.

Les nombreux monuments romains qui restent dans la contrée nous montrent bien clairement la différence de qualité des deux roches. Les Romains, comme nous, les ont employées toutes deux ; leurs pierres tumulaires, les colonnes, les chapiteaux, nous en offrent de nombreux échantillons. Or, tandis que les sculptures et inscriptions tracées sur la pierre crétacée se sont admirablement conservées, celles au contraire faites sur le calcaire miocène sont frustes et mal conservées.

Outre des pierres de taille ordinaires, le terrain crétacé pourrait, je crois, fournir un marbre qui serait d'un effet assez agréable. On voit fréquemment, en effet, certains bancs très-durs d'un calcaire gris bleuâtre, tout veiné de calcaire spathique blanc qu'on pourrait certainement polir et employer comme pierre d'ornement. Je mentionnerai entre autres celui que l'on trouve au col de Chellolah dans la partie nord-ouest du Dirah, au milieu des assises de la craie supérieure.

Si le calcaire crétacé peut fournir habituellement de bonnes pierres de construction, il y a lieu d'apporter dans son choix de grandes précautions. On voit, en effet, des parties de cette roche, très-dures à l'extraction, se déliter et devenir friables quand elles sont exposées à l'air. Je citerai comme exemple de ce fait les constructions du caravansérail de l'Oued-Okris, qui cependant ne remontent qu'à quelques années.

Le grès nummulitique est trop dur ou trop friable pour être d'un bon emploi. Cependant quelques couches pourraient fournir de bons pavés ; on ne paraît pas avoir encore songé à l'utiliser.

Le porphyre ne paraît pas susceptible d'être employé, au moins dans les parties visibles. Il est généralement trop friable, et, si l'on rencontre une veine dure, elle a le plus souvent peu d'étendue.

Il n'est pas non plus d'un effet bien agréable ; sa teinte est terne et assez vilaine ; ses cristaux pâlissent à l'air. Les Romains, pas plus que nous, n'ont employé cette roche ; du moins n'en voit-on aucune trace dans leurs monuments.

Les gypses d'Aumale sont de bonne qualité. Quelques gisements paraissent avoir une certaine importance. Ils pourraient être exploités beaucoup plus activement qu'ils ne le sont jusqu'à présent ; on ne paraît s'en être servi que pour les besoins de la ville qui sont fort restreints. On conçoit que le prix énorme des transports ait jusqu'ici empêché son exportation ; mais, quoique le plâtre soit très-commun en Algérie, il n'est pas difficile de prévoir qu'avec de bonnes voies de communication le plâtre deviendra une grande ressource pour Aumale. En attendant, peut-être pourrait-on l'utiliser pour l'agriculture. Je ne crois pas que jusqu'ici on ait songé à l'employer, et cependant pour certaines cultures le plâtrage des terres est d'un très-heureux effet.

Aumale est pauvre en bonne argile plastique. Néanmoins quelques industriels ont établi des tuileries sur les alluvions argileuses de l'Oued-Merdja. Je crois qu'il y aurait, au nord d'Aumale, vers l'Oued-Zerhouat, des argiles de bien meilleure qualité.

M. Paul Gervais signale des ossements d'*Hyaena spelæa* et d'*Ursus spelæus* récemment découverts dans la caverne de Bize (Aude) qui abonde en débris de Rennes fracturés par l'homme et qui renferme aussi des instruments humains ainsi que des silex taillés. Il en donne les figures dans l'ouvrage faisant suite à sa *Paléontologie*, qu'il prépare en ce moment.

Séance du 18 juin 1866.

PRÉSIDENCE DE M. ED. LARTET.

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

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique,
Journal des savants, mai, 1866 ; in-4.

De la part du Comité de la paléontologie française, *Terrain crétacé*, livr. 21, t. VII; *Échinides*, t. II, texte, f. 48 à 50, pl. 1185 à 1195. — *Terrains crétacés*, livr. 9; *Gastéropodes*, t. III, par M. Piette, texte f. 4 à 6, pl. XIII à XXIV; Paris, 1866; chez Victor Masson; in-8.

De la part de M. J. Delanoüe, *Sur les minerais en gîtes irréguliers* (extr. des *Atti della Soc. Ital. di scienze nat.*, 1866, t. VIII), in-8, 5 p.; Milan, 1865.

De la part de M. Delesse :

1° *Gisement et exploitation du diamant au Brésil*, par MM. Ch. Heuzer et G. Claraz (extr. par M. Delesse), in-8, 11 p.; Paris, 1860.

2° *Untersuchungen über die Pseudomorphosen*, in-8, 10 p.

De la part de M. Louis Lartet, *Poteries primitives, instruments en os et silex taillés des cavernes de la Vieille-Castille (Espagne)* (extr. de la *Revue archéologique*), in-8, 24 p., 2 pl.; Paris, 1866.

De la part de M. Jules Martin, *Réponse aux observations de MM. Levallois et Dumortier relatives à mon mémoire intitulé : Zone à *Avicula contorta* ou étage rhœtien. — État de la question*, in-8, 19 p.; Dijon, 1865; chez J. E. Rabutôt.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, mai et juin 1866; in-8.

De la part de MM. E. Royer et J. Barotte, *Coupes géologiques du département de la Haute-Marne*, 2 f. grand-aigle; 1864-1865.

De la part de M. R. Tournouër :

1° *Sur quelques affleurements des marnes nummulitiques du Bos d'Arros dans la vallée du gave de Pau*, in-8, 11 p.; Bordeaux, 1865; chez Codere et C^{ie}.

2° *Sur le calcaire à Astéries et sur ses rapports paléontologiques avec certains terrains tertiaires de l'Italie septentrionale*, in-4, 4 p.; Paris, ...

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, nos 24 et 25, in-4.

Table des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 2^e sem. de 1865, t. LXI; in-4.

Annales des mines, 6^e livr. de 1865; 1^{re} livr. de 1866; in 8.

L'Institut, n^{os} 1692 et 1693; 1866; in-4.

Réforme agricole, mai, 1866; in-4.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. XII, 1^{er} cahier; 1865; in-8.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles du département de l'Yonne, année 1865, 4^e trim.; in-8.

The Athenæum, n^o 2016; 1866; in-4.

The Journal of the Royal Dublin Society, déc. 1865; in-8.

The Canadian Journal of industry, science, and art, avril 1866; in-8.

M. Louis Lartet offre à la Société un exemplaire d'un travail relatif aux recherches qu'il a entreprises, l'été dernier, dans les grottes du bassin de l'Èbre, en Espagne (v. la *Liste des dons*). Ces recherches, restées d'abord stériles dans la province d'Alava, lui ont permis de constater dans celle de Logroño (Vieille-Castille), où il a pu fouiller une vingtaine de grottes naturelles, creusées dans les calcaires liasiques et situées dans le voisinage de la petite ville de Torrecilla de Cameros, l'existence de trois âges distincts. Le premier de ces âges est caractérisé par la présence d'un Rhinocéros différent du *R. tichorhinus* et par celle du *Bos primigenius*. Le second âge, où se retrouve encore le *B. primigenius*, offre des traces remarquables d'industrie humaine, notamment des silex taillés de forme identique avec ceux que l'on trouve en si grande abondance dans les cavernes de l'âge du Renne, en France. Il n'existe, néanmoins, dans aucune de ces grottes, de traces de ce dernier animal qui paraît n'avoir jamais franchi les Pyrénées.

Enfin le troisième âge révèle un état de civilisation plus avancé chez l'homme, par la présence d'espèces domestiquées et de poteries d'une riche et singulière ornementation, qui n'offrent d'analogie qu'avec celles des habitations lacustres de la Suisse, des terramares de l'Italie, et surtout avec celles des anciennes tribus des bords de l'Ohio, dont on retrouve les débris dans les tumuli de l'Amérique du Nord.

M. Hébert présente, de la part des auteurs, MM. Royer et

Barotte, les coupes géologiques de la Haute-Marne faisant suite à leur carte géologique de ce département (voy. la *Liste des dons*).

M. Danglure a l'honneur d'offrir à la Société, au nom du Comité de la *Paléontologie française*; la 15^e livraison (21^e de M. Masson) des *Échinides crétacés* par M. G. Cotteau et la 2^e livraison (9^e de M. Masson) des *Gastéropodes jurassiques* par M. Piette (v. la *Liste des dons*).

M. Louis Lartet fait la communication suivante :

Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte en divers points de sa surface et à différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition; par M. Louis Lartet.

1^o *De l'eau de la mer Morte et des analyses chimiques qui en ont été faites jusqu'à ce jour.*

La mer Morte ou lac Asphaltite (1) est, comme on le sait, l'une des nappes d'eau les plus salées et les plus denses du globe, en même temps que sa surface se trouve être inférieure de 392 mètres au niveau des mers, ce qui fait de son bassin l'un des accidents orographiques les plus remarquables de nos continents.

Au premier aspect, l'eau de cette mer ne paraît pas différer de celle de l'Océan; mais, si l'on y plonge la main, elle laisse une impression huileuse assez prononcée, et à la suite d'un contact prolongé elle peut déterminer sur la peau la formation de pustules qui persistent pendant tout le temps que l'on séjourne sur le lac.

En raison de sa grande densité (1162 à la surface, tandis que celle de l'Océan n'est représentée que par le chiffre de 1027), le corps humain n'y enfonce point, même lorsqu'il conserve une

(1) *Lac asphaltite, lac de bitume, mer Morte* des Grecs et des Romains, *mer salée* des livres saints. Les géographes arabes l'appellent *lac de Zogar, bohayre al moutine* ou *lac fétide* (Aboulféda, t. II, 1^{re} partie, p. 48, trad. de Reinaud); enfin les tribus errantes qui vivent sur ses bords ne la connaissent plus que sous le nom de *Bahar Lut* (mer de Lot).

immobilité complète. Ce fait, connu des anciens, fut vérifié, selon l'historien Josèphe, par Vespasien, qui y fit jeter des criminels solidement garrottés. La mer Morte ne partage cette propriété qu'avec un petit nombre de lacs salés, dont le plus connu est le lac Elton.

Cette eau est extrêmement riche en chlorure et en bromure de magnésium, et c'est sans doute à l'abondance de ces sels qu'il faut attribuer l'absence complète, dans cette petite mer, de toute espèce de ces êtres animés qui vivent généralement dans les nappes d'eau salées (1). Cependant Ehrenberg a découvert dans la vase et dans l'eau recueillies directement par Lepsius à l'extrémité nord-ouest du lac Asphaltite, près de l'îlot et assez loin du bord, des foraminifères, dont 11 espèces appartenaient au genre *Polygaster*, 2 au genre *Polythalamia* et 5 aux *Phytolitharicæ* (2). Quelques-uns des échantillons rapportables au genre *Polygaster* montraient des ovaires. Il est à remarquer que ces foraminifères, d'eau douce ou d'eau saumâtre, vivent également dans l'eau du Jourdain, et en rapprochant ce fait de l'absence, dans la mer Morte, des foraminifères marins que nourrissent les eaux de la mer Rouge, Ehrenberg en avait, depuis longtemps, conclu que le

(1) Il existe d'autres lacs qui paraissent cependant, ainsi que la mer Morte, ne renfermer aucun organisme vivant. Tels sont, entre autres, le lac de Kodj-Hissar, le lac Urmiah ou mer Morte Persique et même le lac Van, tous trois situés en Asie Mineure.

« L'eau du lac Kodj-Hissar, dit M. Hamilton, est parfaitement » saturée et les poissons ne peuvent y vivre. Si l'aile d'un oiseau vient » à effleurer sa surface, elle se durcit immédiatement et pour tou- » jours, par suite de l'incrustation saline qui la recouvre. » (*Transact. of the geol. Soc. of London*, t. V, p. 588.)

« Dans le lac Van, en Arménie, d'après M. de Chancourtois, lors » de la fonte des neiges, les poissons s'avancent dans cette petite mer » jusqu'à une certaine distance; en tout autre temps, les eaux du lac » sont complètement désertes au dire des habitants. » (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XXI, p. 4.)

Il paraîtrait que dans le lac Elton, dans le district d'Orenbourg, dont la salure est si grande, il vit néanmoins quelques crustacés.

(2) *Monatsber. der Kön. Preuss. Akad.*, juin 1849. — (*In Grove — the Salt sea, Dictionnaire de la Bible* du docteur Smith.) J'ai observé dans les anciens dépôts de la mer Morte un nombre infini de foraminifères microscopiques; mais ils m'ont paru identiques avec ceux des terrains crétacés et nummulitiques des bords du lac et proviennent, selon toute probabilité, de ces couches.

lac Asphaltite devait être un lac salé qui n'avait jamais communiqué avec les mers avoisinantes. Nous sommes heureux de pouvoir mentionner ici les vues de ce savant renommé, qui viennent prêter leur appui aux considérations géologiques au moyen desquelles nous avons cherché, dans un précédent travail, à établir l'indépendance des deux bassins hydrographiques de la mer Morte et de la mer Rouge (1). Il se pourrait ainsi que la mer Morte nourrit encore dans son sein des animalcules du genre de ceux dont nous venons de parler; mais quant aux animaux d'une organisation supérieure et d'un volume plus considérable, les recherches infructueuses faites sous la direction de M. le duc de Luynes dans le but d'en découvrir font présumer leur absence complète dans les eaux de ce lac. Bien plus, l'expérience suivante démontrera que des animaux accoutumés à vivre dans une eau très-salée meurent presque instantanément lorsqu'on le transporte dans l'eau de la mer Morte.

Au nord du Djebel-Uzdom, sur le rivage occidental du lac, se trouve une lagune souvent inondée par l'eau de mer et alimentée par une source chaude d'eau salée. La composition et la densité de l'eau de la lagune se rapprochent beaucoup de celle de la mer Morte, et néanmoins il y vit une grande quantité de petits poissons du genre *Cyprinodon* (2), qui ne paraissent être nullement affectés par la grande salure de ces eaux. Après avoir recueilli soigneusement ces poissons, avec M. le docteur Combe, nous les transportâmes dans l'embarcation au moyen d'une cuvette remplie d'eau de la lagune. Ayant placé ensuite près de cette cuvette un autre vase plein d'une eau puisée à la surface de la mer Morte, nous pûmes ainsi constater sous les yeux de M. le duc de Luynes, qu'en faisant passer successivement chaque poisson de la première cuvette dans la seconde, ils perdaient tous la vie après une immersion de quelques instants. L'eau de la lagune, dans laquelle vivent ces poissons et dont nous avons recueilli des échantillons, a pu être analysée par M. Terreil, dans le laboratoire de chimie minérale du Muséum. Le chlorure de sodium s'y trouve en une proportion

(1) Sur la formation du bassin de la mer Morte et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac. *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXII, p. 420.

(2) C'est à la bienveillance de M. le professeur Duméril et au concours obligeant de ses aides, MM. Guichenot et Charbonnier, que nous devons la détermination de ces poissons qui se rapportent aux espèces suivantes: le *Cyprinodon moscas* (Cuv., Val.), le *Cyprinodon Hammonis*? et le *Cyprinodon lunatus* (Ehrenb.).

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

plus considérable (1), relativement à celle du chlorure de magnésium, que dans les eaux de la mer Morte, et c'est sans doute grâce au peu d'abondance de ce dernier sel dans l'eau de la lagune que les poissons dont nous avons parlé peuvent y vivre. Il était d'abord naturel d'attribuer surtout l'action délétère des eaux de la mer Morte à la présence du brome qui s'y trouve en proportion plus considérable que dans toute autre nappe d'eau salée. Les expériences de notre savant ami, M. Paul Bert, ont montré quelle est l'action énergique de cette substance sur la vitalité des tissus (2), et c'est sans doute à son abondance dans l'eau du lac Asphaltite que nous avons dû de voir nos plaies persister tout le temps de notre navigation et ne se fermer qu'après notre départ de la mer Morte. Quelle que soit l'action délétère du brome, nous croyons néanmoins que les sels qui l'accompagnent, et notamment le chlorure de magnésium, doivent exercer une influence tout aussi funeste sur la vie des animaux. En effet, à l'embouchure du Wady-Mojeb, vivent des petits poissons en tout semblables à ceux que l'on rencontre dans la lagune dont nous venons de parler, et qui s'avancent assez loin dans la mer jusqu'au point où la densité est déjà de 1,1150 et où les eaux renferment une forte proportion de brome, ce qui prouve bien que la mort de ces ani-

(1) L'abondance du sel marin dans les lagunes du bord de la mer Morte est facile à expliquer, même sans tenir compte des sources salées qui peuvent les alimenter, comme cela a lieu pour celles dont nous venons de parler. Lors des crues, les eaux du lac peuvent envahir ces lagunes, y laisser déposer le sulfate de chaux et le chlorure de sodium, tandis que les chlorures déliquescents retournent bientôt à la mer Morte. De là l'origine de ces salines exploitées sur le bord occidental de la mer Morte, notamment au Birket et Khalil (puits du Bien-Aimé ou d'Abraham), dont le sel était anciennement consacré au service du temple sous le nom de *sel de Sodome*, et qu'on vient encore charger sur des chameaux pour le transporter à Hébron. Ces lagunes se trouvent situées au milieu des anciens dépôts de la mer Morte, souvent imprégnés eux-mêmes de sel et riches en lits gypseux, et c'est à la présence du gypse dans les environs du Birket-el-Khalil, que peut se rapporter la tradition suivante que M. de Saulcy a recueillie chez les Taamirahs.

« Abraham étant allé faire sa provision de sel au Birket-el-Khalil, » les salineurs lui dirent qu'il n'y en avait pas, bien qu'il y en eût » autour d'eux. Alors il maudit ce lieu et à l'instant le sel se trans- » forma en pierre, tout en conservant son apparence saline. Depuis, » le *Birket-el-Khalil* reste tapissé de sel *qui n'est pas du sel*, mais » *de la vraie pierre sans saveur*. »

(2) *Recherches sur la vitalité des tissus animaux*, p. 70, 1866.

maux n'est pas due seulement à la présence de cette substance.

Le nombre des analyses chimiques auxquelles on a soumis, à divers reprises, des échantillons d'eau provenant de la mer Morte est devenu considérable ; mais, bien que la plupart de ces essais aient été faits par des savants du plus haut mérite (1), ils ont conduit à des résultats notablement différents. Ces analyses ne peuvent d'ailleurs donner une idée juste de la salure générale du lac d'après les conditions mêmes où ces eaux ont été puisées. Lorsqu'on recherche, en effet, les provenances de ces dernières, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'elles ont toutes été recueillies à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte (2) et à une distance plus ou moins rapprochée de l'embouchure du Jourdain. En outre, à part un échantillon d'eau recueilli par le capitaine Lynch (3) à 195 brasses de profondeur, sans les précautions qui seules auraient pu donner quelque valeur à cette expérience, tous les autres ont été pris à la surface où le mélange, dans des proportions sans cesse variables, des eaux concentrées du lac avec les eaux douces des affluents, vient apporter un élément de perturbation dont on retrouve les effets dans les différences marquées par les analyses. D'après des évaluations, qui ne peuvent être naturellement bien

(1) Il suffit pour s'en convaincre de citer les noms des principaux auteurs de ces analyses : Macquer, Lavoisier et Lesage (1778), Marcet et Tennant (1807), Klaproth, Gay-Lussac (1819), Hermbstadt, Gmelin (1824), Apjohn (1838), Silliman (1845), Marchand (1847), Neapath (1849), Booth et Muckle (1852), W. Gregory (1854), Moldenhauer (1854), Boussingault (1856).

M. George Grove qui, par son initiative puissante et son remarquable talent de critique et d'écrivain, a tant contribué dans ces derniers temps à faire avancer les connaissances exactes et scientifiques relatives à la Terre-Sainte, a eu l'heureuse idée de grouper les plus modernes de ces analyses en un tableau qui fait partie de son bel article sur la *mer Salée*, que nous avons eu déjà l'occasion de citer et qui est inséré dans le *Dictionnaire de la Bible* du docteur Smith.

(2) Il est facile d'en deviner les motifs ; cette plage protégée par le voisinage du poste d'irréguliers turcs de Riha (Jéricho) et, mieux encore, par des conventions établies depuis fort longtemps, est demeurée à l'abri des incursions des Bédouins indépendants qui sont campés de l'autre côté du Jourdain. Elle offre ainsi aux nombreux voyageurs et pèlerins qui, chaque année, font une visite au Jourdain et au lac Asphaltite, une sécurité qui ne se retrouve sur aucun autre point du rivage de la mer Morte.

(3) *Narrative of the U. S. expedition to the river Jordan and the Dead sea, 1850, p. 374.*

rigoureuses (1), le Jourdain, à certaines époques de l'année, amènerait à la mer Morte, pour y être évaporées, 6,500,000 tonnes d'eau pure, par jour. Quoi qu'il en soit de la valeur précise de cette estimation, il est probable que le débit du Jourdain égale à lui seul, s'il ne le dépasse pas dans certaines saisons, l'apport total des eaux douces que versent dans le lac les autres rares affluents permanents.

Malgré la chaleur extrême qui règne au fond de cette dépression, on a grand peine à se faire à l'idée que cette masse d'eau charriée journellement par le Jourdain puisse être enlevée tout entière par le seul fait de l'évaporation puissante qui s'exerce à la surface du lac. Aussi conçoit-on l'embarras des Arabes qui, ne pouvant se rendre compte de la disparition d'un aussi grand volume d'eau, autrement que par l'intermédiaire d'une issue souterraine, ont eu tout naturellement recours à cette hypothèse et se sont empressés d'admettre l'existence d'un canal de cette nature qui conduirait l'excédant des eaux de la mer Morte jusqu'au golfe Persique (2). Ils n'ont fait, en cela, que reproduire l'erreur dans laquelle étaient tombés les anciens à l'égard de quelques autres lacs de l'Asie, erreur qui donna sans doute naissance à la tradition des gouffres de la mer Caspienne et influa également sur l'opinion d'Ératosthène (3), relativement aux lacs de la région qui nous occupe ici.

Les masses d'eau douce que le Jourdain roule ainsi vers la mer Morte surnagent, en raison d'une densité plus faible que celle des eaux du lac, et se dirigent vers le sud en donnant lieu à un courant dont le capitaine Lynch avait reconnu l'existence, et que notre compagnon de voyage, M. le lieutenant de vaisseau Vignes, a pu suivre jusqu'au canal (c'est-à-dire jusqu'aux portions les plus méridionales de la mer Morte), où ce courant conserve encore une vitesse de un demi-mille à l'heure (4). Dans le cours

(1) *Bibl. univ. de Genève*, 1845 et 1856, p. 465.

(2) M. le duc de Luynes a bien voulu me communiquer une lettre dans laquelle M. l'abbé Morétain, curé de Beth-Saour, près Beth-Lehem, lui annonçait que, peu de temps après le départ de son expédition, les eaux de la mer Morte avaient subi une crue exceptionnelle; une partie du Ghor aurait été submergée, et les Arabes effrayés en avaient conclu qu'il était venu, à la mer Morte, boucher le trou par où s'échappent les eaux.

(3) Strabon, L. XVI, c. IX.

(4) Extrait des notes d'un *Voyage d'exploration à la mer Morte, dans le Wady Arabah, sur la rive gauche du Jourdain et dans le*

de notre navigation si heureusement accomplie et si bien conduite par cet officier distingué, il lui a été également possible de constater l'existence de contre-courants latéraux qui, malgré beaucoup d'irrégularités dans leurs allures, paraissent porter en général, du sud au nord, le long des côtes. Ces contre-courants doivent nécessairement ramener, des régions méridionales de la mer Morte, des eaux plus denses et plus chargées de matières salines que celles du courant principal émané du Jourdain. C'est probablement à ces complications qu'il faut rapporter la cause des différences si notables manifestées par l'analyse entre certains échantillons d'eau recueillis près de l'îlot, à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte, où doit arriver un contre-courant latéral, et ceux qui ont été pris en un point du même rivage, plus rapproché de l'embouchure du Jourdain, où l'influence de ce grand courant d'eau douce se fait ressentir. Ainsi, l'eau qui fut analysée par M. Nerapath (1) avait été puisée non loin du Jourdain, au mois de mars de l'année 1849; cinq ans plus tard, on recueillit, dans le même mois de l'année, près de l'îlot, c'est-à-dire, en un point du même rivage plus éloigné de l'embouchure du Jourdain, une eau dont l'analyse a été faite par M. le professeur W. Gregory (2). Or, il résulte de la comparaison de ces deux essais, que la première eau était moins dense et plus riche en chlorure de sodium que la seconde, qui l'emportait, en revanche, en chlorure de magnésium; d'où l'on pourrait induire que l'eau puisée près de l'îlot avait déjà subi une concentration, qui avait déterminé la précipitation d'une partie du sel marin et augmenté ainsi la proportion relative du chlorure de magnésium.

Des variations de composition non moins importantes doivent, d'ailleurs, se manifester dans les eaux superficielles de la mer Morte, sous l'influence de causes plus générales. On pouvait aisément prévoir que leur densité croît du nord au sud, malgré l'action régularisatrice des courants, puisque la majeure partie des eaux douces viennent du nord, tandis que sur le rivage sud se trouvent des masses salines considérables.

désert de Palmyre, publié sous les auspices de M. le duc de Luynes, 1865, p. 7.

(1) *Quarterly Journ. of Chem. Soc. of London*, t. II, 1850, p. 336.

(2) Les données numériques de cette analyse ont été recalculées par M. Grove et se trouvent dans son article *the Salt sea* dans le tableau d'analyses dont nous avons parlé plus haut.

Il y a encore à ajouter à ces variations celles qui dépendent des saisons.

Ces considérations suffisent donc pour montrer que l'on ne possédait jusqu'ici que des données fort incomplètes sur la salure superficielle de la mer Morte, et que l'on n'avait aucune notion de la composition des eaux de ce lac aux différentes profondeurs.

II. — *Nouvelles recherches sur la composition de l'eau en divers points de la surface de la mer Morte, ainsi qu'à différentes profondeurs. — Instruments employés dans le puisage.*

Pour arriver à des conclusions plus certaines à l'égard de la salure de la mer Morte, on devait se livrer à une série de recherches portant, non plus sur un seul point de la surface, mais bien sur les différentes parties de cette nappe d'eau et sur les diverses profondeurs de sa masse.

L'expédition de M. le duc de Luynes, dont j'eus l'honneur de faire partie, et la construction d'une embarcation spéciale, le *Ségor*, qui devait nous permettre de séjourner plus de 20 jours sur les eaux de la mer Morte, nous facilitaient beaucoup l'accomplissement de cette tâche. M. Daubrée, notre savant professeur du Muséum, en m'encourageant à poursuivre ces recherches, voulut bien me signaler l'appareil dont M. Aimé s'était servi dans ses études sur les eaux de la Méditerranée (1).

Cet appareil, peu connu des marins, est cependant fondé sur une idée ingénieuse, et, mieux utilisé, il aurait pu rendre de grands services, notamment dans l'étude des courants sous-marins. Il se compose essentiellement de deux pièces principales, *l'appareil à puiser* et *l'appareil à détente* destiné à faciliter le renversement du premier lorsqu'on est arrivé à la couche d'eau que l'on désire étudier. Le premier de ces appareils se compose d'un tube de fer renfermant une éprouvette pleine de mercure et ajusté à une cuvette conique destiné à recevoir le mercure de l'éprouvette lors du renversement. Cette dernière opération s'effectue au moyen de l'appareil à détente, en lâchant un curseur de plomb qui vient frapper sur un plateau fixé à une tige coudée formant verrou devant l'ouver-

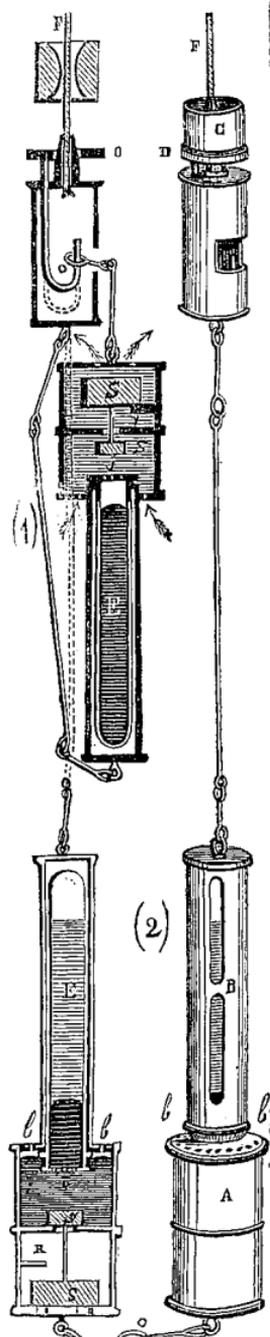
(1) *Exploration scientifique de l'Algérie, 1845. — Physique générale. — Recherches physiques sur la Méditerranée*, p. 403, pl. 11. — Biot avait déjà publié un moyen de puiser de l'eau à divers profondeurs, qui consistait à faire basculer un cylindre de verre à double fond, l'un fixe, l'autre pouvant descendre en vertu de son poids.

ture d'un cylindre de cuivre dans lequel elle glisse à frottement doux; l'abaissement de cette tige détermine le détachement de l'appareil à puiser qui décrit une demi-révolution, et se maintient dans la position inverse, grâce à une tige de fer qui le relie à l'appareil à détachement. Le mercure descend dans la cuvette et l'eau le remplace dans l'éprouvette. Tel est l'appareil dont M. Aimé s'est servi dans ses études sur l'eau de la Méditerranée, et dont on aurait pu généraliser l'emploi en le perfectionnant. Dans le cas particulier de la mer Morte, des recherches de cette nature empruntaient un intérêt tout particulier à la disposition anormale de ce lac déprimé et sans issues, aux phénomènes d'émanations souterraines dont on le disait être encore le théâtre, enfin à sa salure exceptionnelle. Aussi, M. le duc de Luynes, ne voulant pas laisser échapper cette occasion d'ouvrir une voie nouvelle aux recherches chimiques entreprises depuis si longtemps sur les eaux de la mer Morte, s'empressa-t-il de nous charger de faire construire chez feu M. Froment un appareil du genre de celui qui vient d'être décrit. Ainsi se trouvait facilitée l'exécution des recherches dont nous avons montré plus haut l'importance.

En considération des services que ce genre d'instrument pourrait rendre, non-seulement aux marins, mais encore aux géologues, on nous permettra de décrire celui qui nous a servi et qui, bien que fondé sur le même principe que celui de M. Aimé, présente quelques perfectionnements qui en rendent l'emploi plus sûr, moins coûteux et plus aisé. Les modifications que nous avons cru devoir apporter à l'appareil à puiser, et pour lesquelles les avis de M. Froment nous ont été si précieux, portent principalement sur la cuvette et sont destinées à écarter quelques chances d'erreur, et surtout à diminuer, sinon à éviter complètement, les pertes considérables de mercure qui rendaient si difficile la manœuvre de cet instrument.

Dans l'appareil à puiser de M. Aimé, la cuvette conique ayant sa pointe tournée vers le haut, dans le mouvement de descente, devait nécessairement conserver de l'eau des couches supérieures emprisonnée, en vertu d'une densité moindre que celle des couches plus profondes que l'appareil traversait successivement, et cette eau se rendant la première dans l'éprouvette, à la suite du renversement, il en résultait une petite chance d'erreur, qui, bien que minime, nuisait à la précision de cet instrument. Il fallait donc y remédier en établissant, pendant la descente, une libre circulation dans cette cuvette et en la faisant cesser au moment du renversement, à l'aide d'un système convenable de soupapes,

de façon qu'elle pût, dans cette nouvelle position, retenir le bain de mercure.



Il importait surtout de modifier la forme et les dispositions de cette même cuvette de façon à mettre obstacle à la perte de mercure, favorisée par la forme conique qu'elle avait dans l'instrument de M. Aimé, aussi bien que par les dimensions des trous destinés à livrer passage à l'eau. C'est pourquoi nous avons cru devoir adopter la forme cylindrique, et, pour atténuer plus sûrement la projection brusque du mercure dans la cuvette, nous l'avons forcé à s'écouler lentement, par un trou de petite dimension, tandis que l'eau le remplace en pénétrant dans l'éprouvette par deux autres orifices latéraux plus petits encore.

A l'aide de ces précautions, nous avons pu obtenir beaucoup de précision dans nos prises d'eau ; l'instrument s'est toujours bien comporté, ne perdant que des parties insignifiantes de mercure, et nous n'avons jamais été forcé de recommencer l'opération du puisage.

Pour s'en servir, on commence par visser l'éprouvette E, pleine de mercure, dans le cylindre en fer B, destiné à la garantir. Ce même cylindre B se visse lui-même à la cuvette cylindrique A et le système peut être descendu dans cette position, maintenu qu'il est par l'anneau O. Pendant la descente, l'eau circule librement dans la cuvette, les clapets S, S' étant maintenus par un rebord R à distance des orifices qu'ils sont destinés à fermer.

Lorsqu'on veut opérer le renversement, on lâche le curseur en plomb C qui, glissant le long du fil de sonde, vient frapper le plateau D, dont l'abaissement détermine celui de la tige coudée ; l'anneau O se détache et l'appareil à puiser se renverse ; alors, les clapets S, S' s'abaissent en vertu de

leur poids et bouchent les ouvertures auxquelles ils correspondent, de telle sorte que la cuvette se trouve fermée et prête à recevoir le mercure qui, s'étant écoulé par l'orifice *i*, est remplacé dans l'éprouvette par l'eau de mer que l'on remonte ainsi parfaitement isolée à la surface et sans perte notable de mercure.

L'instrument retiré de la mer, nous prenions la densité de l'eau contenue dans l'éprouvette, au moyen de densimètres très-sensibles que nous avons fait construire spécialement pour les eaux de la mer Morte par M. Baudin (1); puis nous introduisons cette eau salée dans un large tube en verre de même capacité que l'éprouvette et effilé à son extrémité ouverte, de telle sorte qu'il était facile de la souder au chalumeau et d'assurer ainsi la conservation des eaux recueillies. C'est ainsi que nous avons pu obtenir, en mars et avril 1864, sous la haute direction de M. le duc de Luynes, et avec le concours obligeant de nos compagnons de voyage, MM. Vignes et Combe (2), des séries assez complètes d'échantillons se rapportant aux diverses portions de la surface de la mer Morte, ainsi qu'aux couches d'eau de différentes profondeurs.

III. — *Résultats fournis par l'analyse chimique des eaux recueillies en divers points de la surface de la mer Morte et à différentes profondeurs. — Comparaison de la salure de ces eaux avec celles de quelques autres lacs salés.*

Les eaux de la mer Morte, recueillies comme il vient d'être dit, et accompagnées d'une série comparative d'échantillons puisés aux principales sources qui avoisinent le lac, étaient arrivées, sans accident à Jérusalem; mais, à notre retour en France, nous pûmes constater que beaucoup de tubes avaient été brisés. Néanmoins, il en restait encore un assez grand nombre pour pouvoir donner par l'analyse des résultats intéressants. Nos densimètres nous avaient bien appris déjà, sur les lieux mêmes, que la densité

(1) Nous devons signaler le soin avec lequel M. Baudin a construit ces deux densimètres, qui nous ont donné des indications dont nous avons pu vérifier la justesse, par suite des déterminations plus rigoureuses de densité faites dans le laboratoire de chimie du Muséum par M. Terreil.

(2) Nous ne devons pas oublier les marins du Ségor, et notamment le sergent d'armes Mattei, à qui on doit rapporter une bonne partie du succès de l'opération du puisage, et qui devait plus tard m'aider avec tant de zèle dans la recherche des fossiles.

croissait rapidement jusqu'à une certaine profondeur, au delà de laquelle, l'influence des eaux douces ne se faisant probablement plus sentir, les couches d'eau, d'une composition plus uniforme, n'éprouvaient plus qu'un faible accroissement dans leur pesanteur spécifique. De plus, en tenant compte des températures, nous avons pu constater un accroissement léger de densité, à la surface de la mer Morte, du nord au sud, résultat facile à prévoir, ainsi que nous l'avons remarqué plus haut.

Il fallait compléter ces premières données par l'étude chimique des échantillons d'eau ci-dessus mentionnés, étude que nous crûmes devoir confier à l'habileté bien connue de M. Terreil, aide de chimie minérale au Muséum. Les résultats de ses recherches sont consignés dans les deux tableaux ci-contre (pp. 731 et 732) :

Le premier tableau donne les analyses quantitatives de trois échantillons d'eau recueillis à la surface de la mer Morte, dans les régions septentrionale, moyenne et méridionale, et de 5 autres échantillons puisés à 20, 42, 120, 200 et 300 mètres. Le second tableau comprend tous les échantillons dont il a été possible de faire une analyse qualitative, et dans lesquels on ne s'est attaché à doser que le brome et la potasse, les deux substances qui pourraient seules y être recherchées par l'industrie. Les densités de ces eaux ont été prises avec le plus grand soin, par M. Terreil, à une température moyenne de 15 degrés. Nous avons cru devoir compléter, autant qu'il était possible, ces diverses séries, en indiquant, dans une colonne à part, les densités observées sur les lieux de tous les échantillons que nous avons puisés, tant de ceux qui ont été soumis à l'examen de M. Terreil que de ceux qui, par suite de la rupture des tubes, n'ont pu être analysés.

Ces essais mettent en évidence la richesse extraordinaire en brome des eaux de la mer Morte, et montre que la proportion de cette substance croît à peu près régulièrement, de la surface au fond, où elle atteint le chiffre énorme de 7^{gr},093 par kilogramme d'eau. Il y a donc dans les eaux du lac Asphaltite bien plus de brome que l'on ne pouvait le supposer d'après les analyses antérieures, et cependant M. Boussingault y regardait déjà la proportion de cette substance comme suffisante pour en motiver l'extraction des eaux de la mer Morte, le jour où on lui aurait trouvé une application industrielle un peu importante.

Tableau des analyses quantitatives des eaux recueillies en différents points de la surface de la mer Morte et à diverses profondeurs.

Indication des points où ont été recueillies les eaux.	Profondeur en mètres.	Résidu salin, etc.	Eau.	Densité à + 15°.	Chlore.	Brome.	Acide sulfurique.	Acide carbonique.	Magnésium.	Sodium.	Calcium.	Potassium.	Ammoniaque.	Alumine et fer.	Silice.	Matières organiques.
En mer, en face et près du ras Dale, vers le milieu de la longueur de la mer Morte.	surface.	27,078	972,922	1,0216	17,628	0,167	0,202	traces.	4,197	0,885	2,180	0,474	traces.	traces.	0,006	traces.
Lagune, au N. du Djebel-Udum, à l'extrémité S. O. de la mer Morte. . .	surface.	47,685	952,517	1,0575	29,826	0,855	0,676	traces.	5,470	7,845	4,481	0,779	traces.	traces.	traces.	traces.
Près de l'îlot, à l'extrémité N. O. de la mer Morte.	surface.	205,789	794,211	1,1647	126,521	4,568	0,494	traces.	25,529	22,400	9,094	5,547	traces.	traces.	traces.	traces.
En mer, à 5 milles à l'E. du Wady-Mrabba	20 ^m .	204,541	795,689	1,1877	145,545	5,204	0,562	traces.	29,881	15,115	11,472	5,520	»	»	»	»
En mer, près du ras Mersed.	42 ^m .	260,994	759,006	1,2151	165,445	4,854	0,447	traces.	41,004	24,786	5,695	2,421	»	»	»	»
En mer, à 5 milles à l'E. du ras Feschkah.	120 ^m .	262,648	757,552	1,2225	166,540	4,870	0,451	traces.	41,506	25,071	5,704	5,990	»	»	»	»
Id.	200 ^m .	271,606	728,594	1,2500	170,425	4,585	0,459	»	42,006	25,107	4,218	4,505	»	»	»	»
En mer, à 5 milles à l'E. du Wady-Mrabba.	500 ^m .	278,155	721,865	1,2563	174,985	7,095	0,525	»	41,428	14,500	17,269	4,586	»	»	»	»

Ces analyses ont été faites au laboratoire de chimie minérale du Muséum par M. Terreil. Les chiffres correspondent à 1000 parties en poids et non à 1 litre d'eau.

*Tableau des densités et de la richesse en brome et en potasse
des eaux de la mer Morte.*

Indication des points où ont été recueillies les eaux.	Époques du puisage.	Profondeurs en mètres à partir de la surface.	Densités prises sur les lieux, la température variant de 20 à 50°.	Densités prises au laboratoire, à la température de 15°.	Résidu salin sec.	Brome.	Potasse anhydre.
En mer, à l'embouchure du Jourdain.	2 avril 1864.	surface.	1,000	1,085	24,482	0,486	5,070
En mer, à l'embouchure du Wady-Mojele	29 mars —	surface.	»	1,1150	146,536	5,590	5,875
A l'extrémité N. O. de la mer Morte près de l'îlot.	1er avril —	surface.	»	1,1647	205,789	4,568	3,822
En mer, à 5 milles à l'E du ras Feschkah.	15 mars —	surface.	1,161	»	»	»	»
—	Id.	120	1,225	1,2225	262,648	4,870	2,990
—	Id.	200	1,250	1,2500	271,606	4,585	5,426
—	Id.	280	1,250	»	»	»	»
En mer, à 2 milles à l'E. d'Ain-Ghuwier.	16 mars —	surface.	1,161	»	»	»	»
—	Id.	140	1,228	1,2280	256,010	4,465	»
—	Id.	240	1,229	1,2520	276,989	4,456	5,984
En mer, à 4 milles à l'E. d'Ain-Ghuwier. (en face du Wady-Zerka Main).	16 mars —	surface.	1,162	»	»	»	»
—	Id.	20	1,190	»	»	»	»
—	Id.	40	1,205	»	»	»	»
—	Id.	60	1,220	»	»	»	»
—	Id.	80	1,229	»	»	»	»
En mer, à 5 milles à l'E. du Wady Mrabba	18 mars —	surface.	1,162	»	»	»	»
—	Id.	20	1,180	»	»	»	»
—	Id.	40	1,222	»	»	»	»
—	Id.	60	1,227	1,2510	275,572	4,754	5,250
—	Id.	80	1,250	1,2540	274,645	4,411	5,943
—	Id.	500	1,250	1,2565	278,155	7,093	5,285
En mer, en face et près du ras Dale.	30 mars —	surface.	»	1,0216	27,078	0,167	0,492
En mer, en face et près du ras Mersed.	19 mars —	42	1,214	1,2151	250,994	4,854	2,868
En mer, dans le canal, en- tre le ras Senia et la pointe méridionale de la Liçau.	25 mars —	surface.	1,162	»	»	»	»
—	Id.	»	1,166	1,1700	210,566	2,662	»
En mer, près du Djebel- Usdom.	24 mars —	surface.	1,165	1,1740	209,154	2,655	4,351

Cette richesse en brome des eaux de la mer Morte doit être considérée, ainsi que l'a déjà fait observer M. Bischoff (1), comme l'indice d'une concentration longtemps prolongée, et l'on peut voir combien cette idée s'accorde avec celles que nous avons émises dans un précédent mémoire, sur le mode de formation de ce lac (2).

Dans les expériences si instructives que M. Usiglio a faites sur les dépôts qui s'opèrent successivement dans les eaux de la Méditerranée lorsqu'on les soumet à des concentrations progressives analogues à celles qui se produisent dans les marais salants, sous l'influence de l'évaporation (3), ce savant chimiste est arrivé aux résultats suivants : jusqu'à une concentration correspondant à 16°,75 de l'aréomètre Baumé, on a un dépôt de carbonate de chaux mélangé d'un peu d'oxyde de fer. La concentration croissant de 16°,75 à 26°,25, c'est du gypse qui se dépose. Au delà de ce degré de concentration, le sel marin, le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium qui constituent avec le bromure de sodium et le chlorure de calcium la salure des eaux mères, commencent à se précipiter à leur tour ; les deux derniers sels croissent en proportion et les bromures ne commencent à se déposer que lorsque la dissolution correspond à 28°,5 de l'aréomètre.

Les lacs salés, quelles que soient leur nature et leur origine, sont soumis dans leur concentration séculaire aux mêmes lois générales que les eaux de l'Océan. On voit donc par ce qui précède, qu'une grande partie de leurs sels doit se séparer de la même manière et qu'à la suite de cet ordre semblable d'éliminations successives, des eaux primitivement très-différentes par leur origine et la nature de leurs sels peuvent, à la fin de ces séries parallèles de séparation, offrir une grande ressemblance dans leur salure. On peut donc dire, qu'en général les masses d'eau salée, soumises à une évaporation puissante, s'acheminent vers ces derniers termes de concentration dont approchent si fort la mer Morte et quelques lacs des steppes de la Caspienne, tels que les lacs Elton, Bogdo, Indersk, par exemple. Le chlorure de potassium et les bromures qui se séparent les derniers des eaux mères devront donc également se rencontrer dans ces lacs en quantité d'autant plus notable que la concentration se sera opérée plus longtemps et d'une façon

(1) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*. Bonn, 1864, 2^e éd., t. II.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXII, p. 455.

(3) *Ann. de chim. et de phys.*, 3^e sér., t. XXVII, p. 172.

plus complète; c'est ce qui explique jusqu'à un certain point la richesse exceptionnelle en brome et en potasse des eaux de la mer Morte, et nous porte à considérer cette nappe d'eau comme un lac salé des plus anciens, ainsi que l'indiqueraient d'ailleurs l'étude géologique de son bassin et la salure des sédiments qu'elle a dû déposer dans une période d'exhaussement antérieure à l'éruption des volcans de cette région.

D'après les analyses de MM. Gœbel, Erdmann et H. Rose portant sur des échantillons d'eau du lac Elton recueillis à trois époques différentes, en avril, août et octobre, on a pu arriver à se rendre compte de la composition moyenne des eaux de ce lac et connaître, en même temps, les variations que lui font éprouver les saisons (1).

Au printemps, époque à laquelle les affluents fournissent au lac des masses d'eau considérables, le sel marin y est un peu plus abondant que le chlorure de magnésium; mais, pendant l'été, la proportion du chlorure de magnésium est double de celle du chlorure de sodium et, en automne, la quantité de chlorure de magnésium y est de cinq fois plus grande que celle du sel marin, les eaux se trouvant alors soumises à l'évaporation la plus active et à une concentration assez forte pour déterminer la précipitation de ce dernier sel. Ces faits donnent une idée des variations que les saisons doivent introduire dans la composition de l'eau de la mer Morte. Ils semblent indiquer, en outre, que l'eau du lac Elton est parvenue à un degré de saturation plus avancé que les plus élevés de ceux auxquels M. Usiglio a pu amener les eaux mères de la Méditerranée (35°) (2), bien que l'eau de ce lac offre avec les eaux mères correspondant à ce dernier terme de concentration assez de ressemblance dans la composition.

Dans le lac Bodgo, les eaux ont sans doute été soumises à une concentration moins longtemps prolongée, car le chlorure de

(1) M. Bischoff est arrivé au moyen d'expériences très-simples à reproduire la composition des eaux du lac Elton aux trois époques que nous venons d'indiquer, en cherchant à réaliser dans les conditions de l'expérience les phénomènes qui se produisent à ces mêmes trois époques à la surface du lac (Bischoff, *loc. cit.*, p. 66).

(2) Dans les expériences de M. Usiglio, c'est entre 30° et 35° de l'aéromètre que les chlorures de sodium et de magnésium entrent pour la même quantité dans la dissolution; avant ce point, le chlorure de sodium est dominant, au delà, le chlorure de magnésium l'emporte rapidement.

magnésium y égale à peine le quart du sel marin (1), bien que la proportion notable des chlorures de potassium et de calcium ait dû contribuer à diminuer la solubilité du chlorure de sodium.

Le lac Indersk (2) offre une proportion encore plus faible de chlorure de magnésium. Il renferme encore cependant une quantité notable de bromure de magnésium, quoique plus faible que dans les cas précédents.

C'est ici que viendrait se ranger, dans la série des lacs salés que nous cherchons à établir d'après leur richesse décroissante en sels difficilement précipitables, le lac Urmiah, *cette mer Morte persique*. Hitchcock en avait donné la description en même temps que la composition des eaux dès 1843, d'après les notes et les spécimens recueillis par les missionnaires américains (3). Depuis lors, Dubois de Montpéroux (4) et plus récemment M. Abich (5) ont étudié cette intéressante contrée. Ce dernier et éminent géologue, dans les analyses qu'il a données du lac Urmiah, n'y a point signalé de brome. Le chlorure de sodium y serait au contraire en proportions très-considérables relativement au chlorure de magnésium.

Le lac Van, qui en est voisin, est situé comme le précédent à une très-grande élévation au-dessus du niveau de la mer. Il a été étudié par M. de Chancourtois (6) qui a constaté que ses eaux ne contiennent pas de chlorure de magnésium et que toute la magnésie ainsi qu'une partie de la soude s'y trouvent à l'état de sesqui-carbonate.

Enfin nous pouvons, en sortant de l'Asie, ajouter encore un terme à cette série, en mentionnant un lac que l'on a souvent comparé à la mer Morte. Nous voulons parler du *grand lac Salé* de l'Amérique du Nord qui nous offre le type d'un lac dont la salure est presque exclusivement empruntée au chlorure de sodium, qui en constitue plus des 97 centièmes, et qui ne contient que des millièmes des autres sels si abondamment répandus dans les eaux de la mer Morte (7). A l'égard de ce lac, situé comme les

(1) Gœbel.—*Tableau de la composition de l'eau des principaux lacs et des eaux salées de la steppe des Kirghis et de la Crimée* (*Reise in die Steppen....* t. II.)

(2) Gœbel, *loc. cit.*

(3) *Notes on the geology of several parts of Western Asia.....*
Report of the Assoc. of americ. geolog. and natural., 1843, p. 404.

(4) *Voyage autour du Caucase.*

(5) *Mém. de l'Acad. de Saint-Petersbourg*, t. IX, 1859.

(6) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 4, 1845.

(7) Frémont. — *Rep. of the explor. exped...*, 1845, p. 150-153.

deux précédents, à un niveau fort élevé, il se pourrait bien que dans la suite des temps il acquît une salure plus ou moins semblable à celle de la mer Morte, à la condition toutefois d'être soumis à une évaporation longtemps continuée. Néanmoins, il faut bien remarquer que des causes, qui, ainsi que nous le verrons, ont dû influencer au plus haut degré sur la salure des eaux du lac Asphaltite, n'enrichiront peut-être jamais celles du grand lac Salé.

Afin de faciliter la comparaison avec les eaux de la mer Morte de celles des principaux lacs salés de l'Asie dont nous venons de parler, nous avons cru devoir indiquer leurs compositions, dans le tableau ci-contre (p. 737) qui fera ressortir quelques rapprochements assez curieux.

On remarquera, dans ce tableau, que les deux derniers lacs, de même que le grand lac Salé, sont à des niveaux beaucoup plus élevés que les précédents, qui sont également ceux qui doivent être envisagés comme les moins avancés au point de vue de la concentration, ce qui tient probablement à ce que l'évaporation ne s'exerce pas avec autant d'énergie à de pareilles hauteurs que dans les plaines basses et déprimées de la Caspienne. Il n'est donc pas étonnant que leurs eaux, soumises à une concentration beaucoup plus lente que dans le cas des premiers lacs, ne renferment le chlorure de magnésium et les autres sels qui l'accompagnent qu'en des proportions très-faibles relativement à celles du chlorure de sodium qui ne s'est pas encore séparé de leurs eaux. On pourrait ainsi considérer la grande salure de ces lacs de grande altitude comme résultant surtout du voisinage de masses considérables de sel gemme, dont l'existence a été notamment vérifiée près des trois lacs que nous avons cités ici. Dans les lacs déprimés la concentration a pu marcher beaucoup plus rapidement.

On le voit, les lacs salés paraissent être classés dans ce tableau, à la fois suivant leurs altitudes et inversement à leur richesse en bromures et en chlorures déliquescents qui n'abondent d'ordinaire que dans les eaux les plus concentrées. Les lacs de l'Arménie, ainsi que le *grand lac Salé* des Montagnes Rocheuses, occupent l'une des extrémités de la série ; à l'autre, viennent se placer le lac Elton et la mer Morte sur les eaux de laquelle nous allons donner encore quelques détails nouveaux qui ressortent des essais chimiques de M. Terreil.

D'abord nous trouvons dans ces analyses la confirmation de ce que nous avons dit plus haut sur l'existence d'un contre-courant latéral, ramenant vers le nord-est de la mer Morte des eaux plus concentrées ; en effet, près de l'îlot où viendrait se terminer ce

Tableau comparatif des altitudes et de la composition des eaux de quelques lacs salés asiatiques
présentant plus ou moins d'analogie avec la mer Morte.

INDICATION DES LACS ET DES AUTEURS DES ANALYSES.	ALTITUDES en mètres.	DENSITÉ.	CHLORURES				BROMURES		SULFATES				CARBONATES			SILICE.	OXYDE de fer.	EAU.
			de sodium.	de magnésium.	de potassium.	de calcium.	de magnésium.	de sodium.	de chaux.	de magnésie.	de potasse.	de soude.	de chaux.	de soude.	de magnésie.			
Mer Morte, ras Dale (Terreil), avril. Surface.	-392 ^m	1,0216	0,1864	1,649	0,101	0,568	0,019	0,054					traces			traces	traces	97,129
Id., près de Pilot (Terreil). Sur- face.		1,1647	5,4860	9,825	0,759	2,475	0,525	0,085					traces			traces	traces	80,784
Id., entre Ieras (Terreil), 120 ^m Feschka } ce profond.		1,2225	5,8961	16,044	0,853	0,964	0,560	0,076					traces			traces	traces	75,4268
Id., et le ras (Terreil), 200 ^m Zerka } de profond.		1,2500	6,0425	16,549	0,965	1,0153	0,504	0,078					traces			traces	traces	74,8699
Lac (Gœbel), avril. Surface.			15,124	10,342	0,222		0,007			1,665								74,440
Elton (Erdmann), août. »			7,451	16,280					0,056	2,185		0,058						75,505
(H. Rose), octobre. »	-7 ^m ,80	1,27288	5,85	19,75	0,25		0,006			5,52								70,87
Lac Bogdo (Gœbel).	-5 ^m ,85		19,000	5,455	0,199	0,189	0,005	0,028										74,345
Lac Indersk (Gœbel).			25,928	1,756	0,101			0,042	0,346									75,841
Mer Caspienne (H. Rose).		1,0015	0,0754	traces		traces		0,0406	traces	0,056					0,1559			99,854
Lac Urmiah (Hitchcock).	+120 ^m	1,114	19,05	0,52		traces		0,18	0,80									79,45
Lac Van (de Chancourtois). »	+1100 ^m	1,0188	0,9.8							0,055	0,553		(sesqui) 0,861	(sesqui) 0,55	0,018	traces		97,740
Méditerranée (Usiglio).	0 ^m	1,0258	2,9424	0,5219	0,0505		0,0556	0,1357	0,2477				0,0114			0,0003		96,2545

(1) M. Abich a donné des analyses plus complètes des eaux du lac Urmiah et de celles de la Caspienne, prises dans les golfes de Baku et de Derbent (*Mém. Acad. Saint-Petersbourg*, vol. IX, 1859).

contre-courant, la teneur des eaux de la surface, en brome, serait de 4^{gr},568 par kilogramme d'eau, quantité presque décuple de celle que l'on rencontre non loin de là à l'embouchure du Jourdain.

M. Terreil a observé qu'au moment où il a brisé l'extrémité des tubes pour en analyser le contenu, il s'en dégagait une odeur désagréable rappelant à la fois celle de l'hydrogène sulfuré et celle des bitumes. Cette odeur était surtout prononcée dans les échantillons d'eau recueillis au ras Mersed, et nous verrons plus tard à quelles observations se relie ce fait intéressant. Tous ces tubes contenaient un léger dépôt ocreux constitué par de l'oxyde de fer, de l'alumine, de la silice, et de plus par une matière organique dont il n'a pas été possible de déterminer exactement la nature, mais qui exhale une odeur bitumineuse caractéristique. L'iode et le phosphore ne paraissent pas exister dans les eaux de la mer Morte. Pour le premier de ces corps, il faut cependant remarquer que les réactions qui le font reconnaître sont souvent masquées en présence d'une quantité notable de brome, ainsi que M. Usiglio a pu le reconnaître ; quant au second, nous trouvons dans son absence une preuve de plus que la mer Morte ne nourrit pas d'animaux.

M. Terreil a également vérifié avec le plus grand soin, au moyen de l'analyse spectrale, l'absence du cæsium, du rubidium et du lithium dans les mêmes eaux. Ces observations négatives viennent s'ajouter à un autre fait que nous avons déjà cité dans notre premier mémoire et dont nous devons la connaissance à M. Malaguti. Le savant recteur de la faculté de Rennes a constaté l'absence complète de l'argent dans des résidus d'évaporation des eaux de la mer Morte, qui, en raison du volume d'eau qu'ils représentaient, auraient dû lui en fournir des quantités très-appreciables si ces eaux en eussent contenu seulement autant que celles de l'Océan. Ces faits viennent se ranger à côté des preuves géologiques que nous avons énumérées dans un précédent travail, et ils militent en faveur de l'indépendance originelle de la mer Morte par rapport aux mers qui l'avoisinent. Un dernier fait qui n'est pas sans importance et qui ressort encore des analyses précédentes, c'est que, dans les couches d'eau superficielles, la teneur en brome ne croît pas avec la densité, en allant du nord au sud. En effet, tandis que les eaux recueillies à l'extrémité septentrionale du lac, près de l'îlot, contiennent 4^{gr},568 de brome par kilogramme d'eau, et que celles de l'embouchure du Wady Mojeb en renferment encore 3^{gr},590, à l'extrémité méridionale de la mer

Morte, dans le canal et même dans le voisinage de la montagne de sel le brome ne s'élève pas à une proportion de plus de 2^{gr},662 par kilogramme d'eau. Ce fait donne ainsi tort aux sentiments de Volney, de M. de Bertou et de quelques autres voyageurs, qui ont attribué l'origine des sels contenus dans la mer Morte uniquement aux masses salines situées sur son bord méridional. Nous allons chercher à examiner la véritable nature et le gisement de ces masses salines et la part qui leur revient dans l'accroissement de salure des eaux du lac Asphaltite.

IV. — *Gisement et nature des masses salines du Djebel Usdom et de Zuweirah-el-Foka. — Influence qu'elles ont pu exercer sur la composition de l'eau de la mer Morte.*

Le gîte salin du *Djebel-Usdom* ou *Djebel-el-Melah* (la montagne de sel) est situé à l'extrémité S.-O. de la mer Morte. Des bancs de sel gemme surmontés de gypse et d'argile bariolée, comme dans la généralité des gisements de ce genre, constituent la masse principale de cette petite montagne, ou pour mieux dire de cette grande colline étroite et allongée qui, s'alignant d'abord dans la direction nord-sud, s'infléchit ensuite un peu vers l'ouest, dans son prolongement méridional. Elle a environ 6 kilomètres de long sur 1 de large, à la base, et une hauteur qui doit atteindre tout au plus 100 mètres. Se détachant très-nettement des reliefs qui l'avoisinent, elle s'isole brusquement au milieu de la plaine, par les formes tranchantes et escarpées de sa base de sel gemme, munie elle-même de tours, d'aiguilles et de piliers de sel à propos desquels s'est exercée si souvent l'imagination des voyageurs bibliques. Des plaines basses et fortement imprégnées de sel partent du pied de cette colline et se continuent, en pente douce, jusqu'à la mer Morte qui en est elle-même assez rapprochée.

Le *Djebel-Usdom* surgit au milieu de cette plaine, sans offrir de liaison apparente avec les derniers chaînons des montagnes de Juda, qui se terminent non loin de là. Aussi, pour caractériser ce relief isolé, peut-on se servir de l'expression si heureusement appliquée par Cordier à une autre montagne de sel, celle de Cardona, en Espagne (1), et dire que le *Djebel Usdom* se présente comme un *hors-d'œuvre* au milieu des terrains qui l'entourent.

Sa base de sel gemme doit avoir plus de 20 mètres d'épaisseur

(1) *Journ. de physique*, t. LXXXII, p. 343.

totale (1). Cette couche saline est recouverte par des argiles bigarrées de rouge et de vert, renfermant souvent de très-beaux cristaux prismatiques de gypse de la forme dite rhombique et aussi par des couches composées de très-petits cristaux lenticulaires de gypse serré les uns contre les autres de façon à donner un grain grossier à la roche qu'ils constituent.

Quelques voyageurs ont signalé l'existence, au-dessus des couches dont nous venons de parler, d'un calcaire crayeux blanchâtre dont les bancs réguliers occuperaient les sommets du Djebel Usdom. Malgré tous nos efforts, et après avoir tenté l'escalade à l'est et à l'ouest, nous n'avons pu atteindre la crête de la colline (2) ; il nous a donc été impossible de contrôler cette assertion autrement que par l'examen des débris de craie et de silex qui sont répandus sur les flancs de la montagne de sel et doivent provenir du plateau étroit qui la couronne. Ces éboulis confirment complètement, par leur nature, l'observation que nous venons de citer, et il faut croire qu'au-dessus des argiles et des gypses il existe des couches de calcaire crayeux avec bancs de silex, comme celles que l'on observe non loin de là, aux débouchés du Wady Mahawat et du Wady Zuweirah, et qui se continuent d'un bout à l'autre du rivage occidental de la mer Morte, à la partie supérieure des calcaires créacés plus compactes des falaises.

Ce qui vient à l'appui de ces observations, c'est qu'en regardant, avec une lunette d'approche, du *ghôr* méridional ou de la Sabkah, dans la direction de la montagne de sel, cette dernière paraît couronnée des mêmes couches de craie blanchâtre qui se montrent au loin à des niveaux peu différents, au-dessus des falaises. Il n'y aurait d'ailleurs rien, dans ce fait, qui ne s'accordât rigoureusement avec les notions que nous avons pu acquérir sur l'allure générale de ces couches crayeuses auxquelles tout nous porte

(1) Sur le versant occidental du Djebel Usdom la base de la masse de sel gemme est masquée par des accumulations, en lits fortement inclinés, de débris détachés de la colline elle-même et cimentés ensuite par des matières salines dissoutes par les eaux pluviales qui les avaient entraînées.

(2) Les Arabes nous avaient déjà dit que c'était chose impossible. Peut-être existe-t-il un chemin plus commode que ceux que nous avons choisis. Malgré les surfaces lisses et ardues du sel gemme nous avons pu atteindre les couches supérieures composées d'argile et de gypse ; mais, là, des crevasses profondes et nombreuses, masquées par une croûte mince de sel et de gypse constituent des obstacles dangereux que nous n'avons pu surmonter malgré les efforts les plus grands.

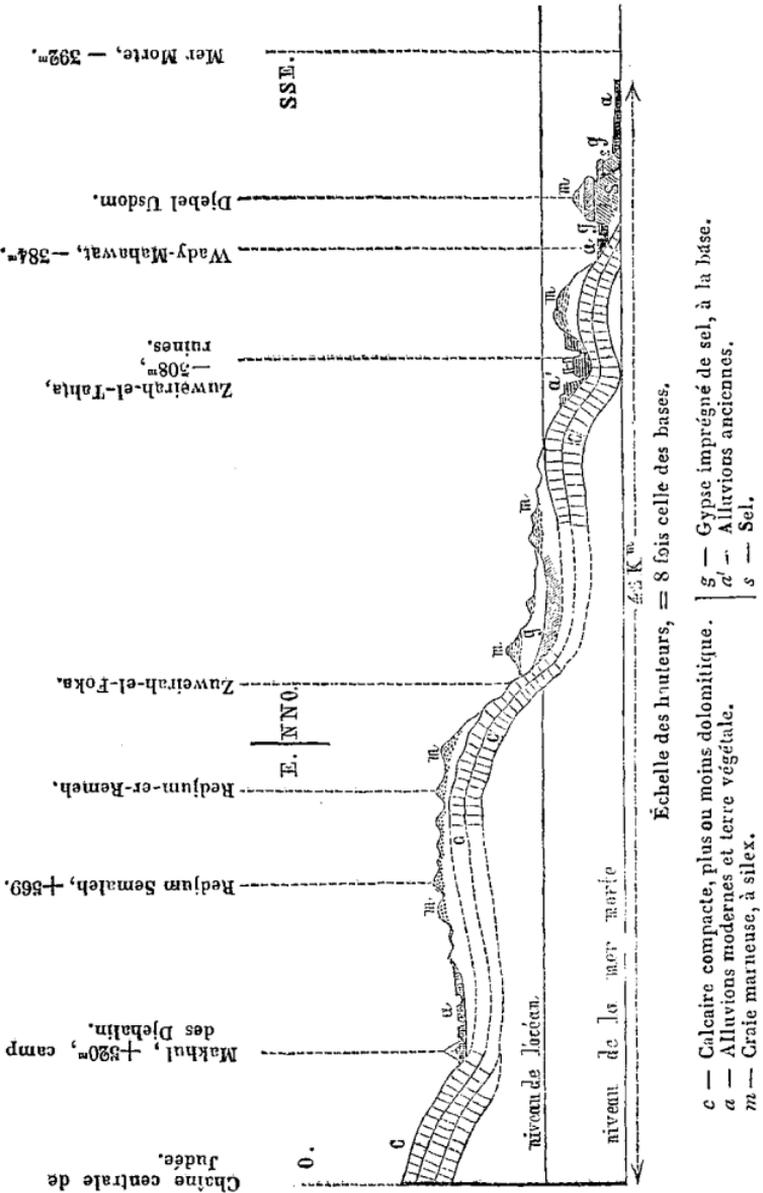
à croire que les principaux gîtes salifères et gypseux de la mer Morte sont subordonnés. C'est à l'appui de cette idée que nous donnerons ici une coupe du versant oriental des montagnes de Judée, telle que nous l'avons relevée en nous rendant d'Hébron à Djebel Usdom et jusqu'à la mer Morte. Cette coupe a l'avantage de passer par les deux gîtes salins les plus importants du bassin, le Djebel Usdom, dont nous avons déjà parlé, et le gîte non moins remarquable de Zuweirah-el-Foka, où le sel est très-peu abondant, mais où les gypses prennent un singulier développement. Il nous aurait d'abord paru difficile de ne pas attribuer à ces deux *hors-d'œuvres* une origine semblable et de ne pas les regarder comme contemporains. Or, la coupe ci-contre (p. 742) montre la subordination des gypses de Zuweirah-el-Foka aux marnes crayeuses blanches à silex dont nous avons parlé à propos du Djebel Usdom, et ce fait ajoute une confirmation de plus aux idées que nous avons émises plus haut sur l'âge de la montagne de sel.

Cette coupe part de la chaîne centrale de Juda, au sud d'Hébron, où les calcaires gris compactes et à texture semi-cristalline plongent vers le S.-O., sous la plaine d'alluvions où était campée la tribu des Djehalin, lorsque nous la traversâmes avec M. le duc de Luynes, pour nous rendre dans l'Arabah. Dans le fond des ravins peu profonds qui sillonnent cette plaine, se montrent des marnes crayeuses blanches qui sont dans cette contrée constamment superposées aux calcaires gris compactes, souvent dolomitiques, que nous venions de quitter; puis des mamelons apparaissent sur le fond blanchâtre desquels se détachent de loin de nombreux lits de silex qui accusent la stratification horizontale de ces marnes crayeuses (1). Ces dernières constituent les éminences de cette haute plate-forme où sont élevés quelques *redjums*, tels que le *redjum-selameh*, le *redjum-er-rameh*, et d'où l'œil domine et embrasse toute la vaste étendue de terrains qui la sépare de la mer Morte. On descend de cette hauteur par une pente très-roide et assez difficile, en marchant sur des calcaires dolomitiques fortement inclinés sous-jacents aux marnes blanches que l'on vient de laisser et qui se montrent de nouveau au bas de ce ressaut, avec une richesse très-grande en nodules de silex. Bientôt on rencontre au milieu de ces marnes blanches des bancs de gypse compacte, terreux, coloré parfois en jaune, en brun foncé et parsemés

(1) Le Tell Arad, si célèbre dans l'histoire des Hébreux, serait un de ces mamelons.

de quelques veinules d'un vert très-vif, dues à la présence du nickel (1). Des couches de gypse situées à la base sont très-fortement imprégnées de sel qui se trouve donc ici comme au Djebel Usdom à un niveau inférieur à la masse de gypse.

Coupe du versant oriental de la chaîne de Judée jusqu'à la mer Morte, passant par le Djebel Usdom.



(1) J'avais d'abord pensé que c'était le cuivre qui avait ainsi coloré ces gypses. M. le duc de Luynes, à qui tant de sciences diverses sont familières, me fit observer que cette couleur verte se rapprochait

Après avoir longtemps marché sur ces gypses qui constituent un si remarquable accident au milieu des marnes blanches crayeuses, ces dernières reparaissent avec leur allure accoutumée et avec de nombreux lits de silex, si répandus à la partie supérieure de cet étage. En arrivant à un deuxième ressaut analogue à celui de Zuweirah-el-Foka, on y retrouve les mêmes calcaires gris compactes et dolomitiques sur lesquels reposent les alluvions anciennes. Un lambeau de ces dernières, isolé au milieu du lit du Wady-Zuweirah et d'une quarantaine de mètres d'épaisseur, supporte les ruines d'un vieux château sarrazin qui commande le défilé.

Au delà du Wady-Zuweirah, le calcaire compacte est de nouveau ondulé et toujours surmonté par les marnes crayeuses blanches avec silex. Enfin, après avoir traversé la plaine que suivent les eaux du Wady-Mahawat, dans leur cours vers la mer Morte, on arrive à la montagne de sel qui, ainsi qu'on le voit, doit se trouver dans les mêmes conditions stratigraphiques que les gypses de Zuweirah-el-Foka, puisqu'à son sommet apparaissent les marnes blanches et que ses flancs sont couverts des silex qui paraissent en avoir été détachés.

Les gîtes du Djebel-Ussom et de Zuweirah-el-Foka, que nous considérons ainsi comme étant de formation contemporaine, ne sont pas d'ailleurs les seuls points où les sédiments crétacés soient imprégnés de matières salines telles que le chlorure de sodium et le gypse. Le fait a une bien plus grande généralité, et l'on peut dire qu'il est bien peu de points de la rive occidentale de la mer Morte, où l'on ne trouve pas à ce même niveau géologique quelques veinules de gypse et des traces plus ou moins considérables de chlorure de sodium. La présence de ce dernier sel se manifeste quelquefois au goût; elle a d'ailleurs été révélée dans beaucoup d'échantillons de ces marnes blanches par les analyses d'Hitchcock et du docteur Anderson (1).

Au S. O. du Djebel-Ussom et au pied d'un ressaut analogue à

d'avantage de celle que le nickel communique à ses sels, ce que l'essai chimique a pleinement confirmé. Je profiterai de cette occasion pour reconnaître combien nos observations ont emprunté de valeur aux conseils bienveillants du chef de notre expédition qui, s'intéressant continuellement à nos recherches, n'a pas dédaigné d'y prendre souvent lui-même une part active.

(1) En Égypte et en Arabie Pétrée les couches crétacées et nummulitiques sont aussi très-fréquemment imprégnées de sel et riches en veinules de gypse.

ceux que montre la coupe précédente, mais aligné suivant une direction différente, coule le Wady-Fikreh. Les calcaires avec fossiles cénomaniens plongent très-fortement au sud, en ce point, vers le lit du ruisseau et, de l'autre côté de ce cours d'eau, se montrent les assises de marnes blanches, supérieures à ces calcaires, et qui ont repris une stratification à peu près horizontale. Ces marnes sont très-gypsifères et elles contiennent en même temps des silex.

Des accidents semblables s'observent fréquemment dans les assises crétacées, sur l'autre rive de la mer Morte. On y voit les eaux descendre souvent jusqu'aux couches d'argile supérieures aux grès rouges, après s'être chargées de sel dans leur passage à travers les marnes crayeuses et se déverser, de ce niveau, sur les plaines, qu'elles arrosent et recouvrent d'incrustations salines très-apparentes.

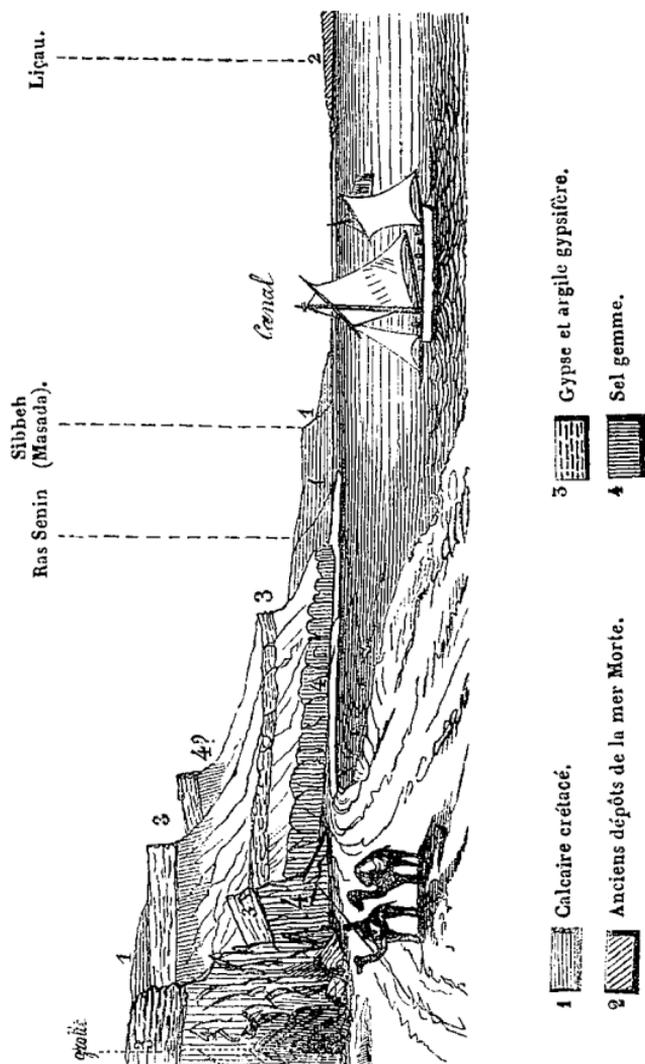
Au Wady-Mojeb ce n'est plus en veinules que le gypse se trouve disséminé dans ces terrains, mais c'est avec une épaisseur considérable qu'il se montre des deux côtés du ravin. Cette dernière substance est d'ailleurs assez souvent disséminée à des niveaux inférieurs à celui du Djebel-Usdom, non seulement sur les bords de la mer Morte, mais encore dans l'Arabab.

Il est donc probable que loin d'être des manifestations isolées des phénomènes qui les ont produits, les gîtes salifères du Djebel-Usdom ne sont que des points où ces phénomènes ont acquis une intensité exceptionnelle et qu'ils rentrent dans le cas plus général d'une imprégnation des sédiments de la mer crétacée, le long de l'axe principal du bassin de la mer Morte. Maintenant que nous avons cherché à assigner un âge à ces masses salines et particulièrement au Djebel-Usdom, la plus importante d'entre elles, revenons à ce dernier gîte et examinons d'abord quelques accidents intéressants qui se présentent dans sa structure.

Lorsqu'on suit le littoral de la mer Morte, en longeant le Djebel-Usdom, on arrive à l'entrée d'une grotte creusée dans la couche de sel elle-même et à propos de laquelle les Arabes, pour se dispenser d'y conduire les voyageurs, disent qu'elle sert de refuge à des voleurs et qu'elle traverse de part en part la montagne de sel. On distingue, en effet, sur le versant opposé du Djebel-Usdom et vis-à-vis du débouché du Wady-Mahawat, l'orifice d'une autre cavité, et c'est sans doute la correspondance supposée de ces deux grottes qui a donné naissance à la fable dont les Arabes se sont plu à gratifier la crédulité de quelques voyageurs. M. le duc de Luynes, voulant s'assurer par lui-même de la véracité du fait, pénétra jusqu'au fond de cette grotte dont le sol

est encombré de blocs immenses de sel gemme et dont la voûte est ornée de stalactites empruntées à la même substance. Nous pûmes ainsi vérifier que cette galerie, après s'être prolongée horizontalement assez avant dans la montagne, qu'elle perce perpendiculairement à son grand axe, aboutit à un vaste et magnifique puits naturel, dont les parois de sel gemme sont unies et lissées par l'effet longtemps répété du passage des eaux pluviales qui doivent se rendre ensuite à la mer Morte par la galerie dont nous venons de faire mention.

Vue de la montagne de sel (Djebel-Ussom) et de la portion méridionale de la mer Morte.



Ainsi s'explique la formation de cette grotte, dont l'existence paraît se relier d'ailleurs, comme nous allons le voir, à la structure particulière du versant oriental du Djebel-Ussom.

En effet, lorsque du littoral S. O. de la mer Morte, on examine la montagne de sel, on aperçoit aux environs de la grotte, deux couches de sel gemme surmontées chacune d'argiles bigarrées et de gypse et qui semblent étagées l'une au-dessus de l'autre, les assises se répétant avec une exacte ressemblance. On croirait d'abord être en face d'une alternance régulière de bancs gypseux et salifères. Cependant en considérant avec plus d'attention la disposition des couches, nous avons été conduit à penser que cette alternance n'était qu'apparente et qu'elle devait résulter d'un affaissement qui aurait amené une portion des couches salines supérieures à un niveau notablement inférieur. On conçoit aisément qu'un tel phénomène de glissement puisse se produire assez facilement au milieu de ces masses salifères sillonnées de crevasses où s'infiltrent les eaux atmosphériques qui exercent sur elles leur action dissolvante. Les nombreux tremblements de terre qui se sont propagés suivant l'axe synclinal de ce bassin et dont l'histoire a enregistré les violences ont dû trouver là un terrain déjà miné et bien préparé pour des mouvements de cette nature (1). Ainsi se trouverait expliquée d'ailleurs l'existence du puits vertical par lequel se termine la grotte : ce serait un des vestiges de cette solution de continuité suivant laquelle le glissement a pu s'effectuer et dont profiteraient les eaux atmosphériques pour pénétrer dans la masse saline qu'elles contribuent à faire disparaître.

Pour les personnes qui ignorent que le sel gemme se dissout moins vite que le sel de cuisine, et qui ne tiennent pas compte de l'influence de la température élevée du pays qui nous occupe sur cette même solubilité, il paraît étonnant que la montagne de sel, dont le pied est d'ailleurs presque baigné par les eaux de la mer Morte, résiste et se maintienne depuis si longtemps à la même place, sans paraître céder un pouce de terrain. Les eaux de la mer

(1) Si, comme on le prétend, le nom de la montagne de sel dérive de celui de Sodome, qui se serait ainsi trouvée située au pied du Djebel-Usdom, la capitale des villes maudites ne pourrait-elle pas avoir disparu à la suite d'un tremblement de terre et par une de ces dénivellations causées par le voisinage dangereux des masses salines du Djebel-Usdom? Si ce mouvement avait été le même que celui dont nous avons cru retrouver la trace sur le flanc oriental de la montagne de sel, les débris de cette cité primitive pourraient bien être enfouis, non loin de là, sous les eaux de la mer Morte, et à une cinquantaine de mètres au plus de leur surface, sous les alluvions que les affluents méridionaux y ont accumulées.

Morte, arrivées presque au point de saturation et qui laissent déposer au fond des cristaux de sel, ne peuvent en dissoudre beaucoup lorsque, dans des crues exceptionnelles, elles atteignent la base du Djebel-Usdom ; quant aux eaux atmosphériques, on sait de quelle sécheresse est frappé ce pays. D'ailleurs, les expériences faites par M. Cordier sur la solubilité du sel gemme de la montagne de Cardona, en Espagne, que l'on regarde dans le pays comme indestructible, ont prouvé qu'en cent ans l'eau n'enlèverait pas à cette masse saline une couche de sel de 1^m,50 (1). En appliquant ces résultats au Djebel-Usdom et en tenant compte de la sécheresse et de la température exceptionnelles qui y règnent ainsi que des circonstances de gisement qui diminuent dans une forte proportion les influences des agents atmosphériques sur cette couche de sel gemme, on voit que le sel qu'ils lui enlèvent ne peut être comparé à celui que laissent déposer, par suite de leur évaporation, les eaux que jettent dans la mer Morte ses affluents et les sources qui l'environnent. Ainsi donc, la montagne de sel ne pourrait être classée qu'au rang des causes secondaires qui influent sur la salure du lac, en supposant même qu'elle fût un réservoir des substances qui constituent les principaux éléments de salure de la mer Morte. Or, c'est ce que ne permet pas d'admettre le fait que nous rapportons à la fin du dernier chapitre et que mettent encore mieux en évidence les analyses chimiques auxquelles ont été soumis des échantillons du sel du Djebel-Usdom. Les premiers de ces essais sont dus à Hitchcock, qui opéra sur des échantillons recueillis par les missionnaires américains et dont la pureté lui semblait être l'indice d'une origine éruptive. Il y constata l'absence de l'iode et du brome. M. Terreil, qui a bien voulu soumettre à un essai plus complet le sel que nous avons plus récemment rapporté de la même localité, est arrivé à un résultat analogue, qui met en évidence la pureté du sel du Djebel-Usdom, dont voici, d'après lui, la composition :

Chlore.	59,30
Sodium.	38,47
Acide sulfurique	0,92
Chaux	0,60
Magnésie.	0,09
Silice, argile, matière organique. .	0,45
Sulfures	traces.

(1) *Journal de physique*, t. LXXXII, p. 344, 4816.

Il suffit donc de comparer les éléments de ces masses salines avec ceux que tiennent en dissolution les eaux de la mer Morte, pour être persuadé que, si l'on doit tenir un assez grand compte de l'influence que le voisinage du sel gemme du Djebel-Usdom exerce sur la concentration des eaux du lac, en les enrichissant sans cesse de chlorure de sodium, on ne peut néanmoins y voir la cause principale de la salure si complexe de ce lac qui se rapproche davantage de celle des affluents et des sources de son bassin.

V. *Des sels contenus dans les affluents de la mer Morte et dans les sources qui l'avoisinent. — Origine probable de la salure de cette mer intérieure.*

Puisque les masses salines du rivage méridional de la mer Morte n'auraient pu, à raison de leur pureté, fournir qu'un seul des éléments de la salure si complexe de cette mer, le chlorure de sodium, et que l'on doit renoncer à y rechercher l'origine de cette dernière, il convient d'examiner, à leur tour, les affluents et les sources au double point de vue de la nature des sels qu'ils amènent continuellement au lac et du rôle qu'ils ont pu jouer dans l'accroissement de sa salure.

Les eaux du Jourdain, ainsi que l'ont déjà si justement fait remarquer MM. Hitchcock et Bischoff, diffèrent considérablement par leur composition et par leur degré de salure de celle des autres fleuves. Voici l'analyse que M. Terreil a bien voulu faire des échantillons d'eau que nous avons puisés, le 21 avril 1866, dans ce fleuve, à 12 kilomètres de son embouchure et en amont du gué des pèlerins, au gué dit des Gawarinehs (1).

Densité = 1,0040.

Résidu salin laissé par un litre. =	0,873
Eau.	999,127

(1) Nous avons puisé cette eau le 21 avril à 3 heures du soir; sa température était de 22°, la température de l'air correspondant à 25°, et sa densité nous avait paru moins forte, d'après les indications de nos densimètres, que celle que M. Terreil lui a trouvée à la suite de détermination rigoureuse.

Composition :

Chlore	0,425
Acide sulfurique	0,034
Acide carbonique.	traces.
Soude	0,229
Chaux	0,060
Magnésie.	0,065
Potasse.	traces.
Silice, alumine, fer.	traces.
Matière organique.	traces.
Total.	0,873

Cette analyse montre bien qu'à l'exception du brome dont on n'a pu y constater la présence, les eaux de ce fleuve, dont le volume doit égaler celui de la masse déversée par tous les autres affluents réunis, contiennent les mêmes éléments salins que la mer Morte (1).

On ne doit pas s'étonner de ce fait et en tirer une conclusion trop hâtive et trop absolue à l'égard de l'origine de la salure de la mer Morte, comme l'ont fait certains auteurs, notamment M. le docteur Marcet (2). Si l'on se reporte en effet à la petite carte géologique qui accompagne notre premier mémoire, on verra que le Jourdain coule longtemps au milieu des sédiments que nous avons considérés comme ayant dû être déposés autrefois par la mer Morte, alors qu'elle s'élevait à un niveau de beaucoup supérieur, et qui sont restés imprégnés de matières salines en rapport avec la composition actuelle des eaux du lac. Il n'est donc pas étonnant, malgré la sécheresse du pays et l'interposition du limon déposé par le Jourdain sur ses propres bords, que ce fleuve, drainant pendant les trois quarts de son cours ces dépôts encore imprégnés de leur salure originelle, leur emprunte une forte proportion des sels qu'il restitue journellement à cette mer.

Il en est de même de l'origine des sels de presque tous les autres affluents de la mer Morte, et l'on doit également faire les

(1) Hitchcock avait reconnu que les sulfates sont bien plus abondants dans l'eau du Jourdain que dans celle de la mer Morte, tandis que la magnésie l'emportait au contraire dans cette dernière. Mais il fait remarquer que cette différence pourrait provenir d'une décomposition des sulfates à leur arrivée dans le lac, et l'on pourrait ajouter à cette cause l'effet de la concentration subite des eaux.

(2) Le docteur Marcet plaçait dans le Jourdain la source de la salure de la mer Morte.

mêmes réserves en étudiant l'influence des sources du bassin sur la salure originelle de ce lac, à l'égard de celles d'entre elles qui émergent au milieu de ces anciens dépôts de la mer Morte.

Néanmoins, les réserves que nous venons de faire à propos du Jourdain et de ces sources ne peuvent plus s'appliquer à certaines sources chaudes qui jaillissent quelquefois directement au milieu des couches crétacées non salifères et qui renferment encore, bien qu'en proportions minimales, les principaux éléments de la salure du lac. La position de ces sources, généralement en rapport avec les lignes de la dislocation du bassin, leur température et leur liaison avec les phénomènes volcaniques manifestés par leur voisinage des coulées basaltiques, montrent suffisamment que leur origine est profonde et que leur action, liée aux phénomènes de l'activité interne du globe, a pu exercer une influence très-sensible sur la salure du lac qui servait de réceptacle final à leurs eaux. C'est cette influence qu'il nous reste à examiner ici.

Ainsi que cela a été dit plus haut, nous avons recueilli avec soin, dans des tubes soudés sur place, des spécimens des principales sources du pourtour de la mer Morte (1). M. Terreil en a fait l'analyse qualitative et il y a trouvé des chlorures, des sulfates

(1) A leur arrivée à Paris, quelques-unes de ces eaux avaient déposé sur les parois des tubes fermés qui les contenaient de petits cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie, ainsi que M. Terreil a pu l'observer. Ce fait ne mettrait-il pas sur la voie de l'explication du développement considérable des dolomies dans cette région. Les calcaires dolomitiques qui constituent, en grande partie, les falaises de la mer Morte, paraîtraient n'avoir été dolomisés qu'après leur dépôt, ainsi que semble le prouver le fait suivant. Près du débouché du Wady-Seyal, sur le bord occidental de la mer Morte, se trouvent épars des blocs de calcaire arrachés aux falaises crétacées par les eaux torrentielles qui les ont charriés sur la plage. L'un de ces calcaires était criblé de cavités conservant grossièrement la forme extérieure des fossiles dont les moules intérieurs se retrouvent même parfois au dedans. Les parois de ces cavités et la surface de ces moules intérieurs étaient tapissées de beaux cristaux de quartz pyramidé, et souvent, sur ces cristaux de quartz, étaient venus se déposer des rhomboèdres de dolomie. D'autres fois, les cavités étaient seulement tapissées de ces derniers cristaux qui entrent également dans la constitution de la roche elle-même. Le quartz et la dolomie n'ont pu évidemment, dans ce cas-ci, se former qu'après la destruction plus ou moins complète des formes organiques que renfermaient les sédiments crétacés, et ils ont pu être déposés dans ces cavités par des eaux thermales du genre de celles qui ont laissé déposer sur nos tubes des rhomboèdres pareils et qui ont pu, par suite d'une

et des carbonates de chaux, de magnésie, de soude et de potasse, c'est-à-dire les principales substances contenues dans les eaux de la mer Morte à l'exception peut-être du brome dont ces échantillons n'ont offert aucune trace appréciable à l'analyse, ce qui ne prouve pas absolument que ce corps n'y puisse exister, à cause du volume d'eau très-restreint sur lequel ont porté ces essais chimiques.

Le tableau suivant donne quelques détails sur les températures, les densités et le degré de salure de ces sources.

Tableau comparatif des densités, des températures et de la salure des principaux fleuves et sources des bords de la mer Morte.

NOM DES SOURCES ET DES RIVIÈRES.	DATES du puisage.	TEMPÉRATURE de l'eau.	TEMPÉRATURE de l'air.	DENSITÉ à 45°.	RÉSIDU SALIN laissé par un litre.
	1864.				
Aïn-Turabeh	17 mars.	24°	18°	1,0024	5,052
Aïn-Sweimeh	2 avril.	27°	17°	1,0025	2,162
Aïn-Jidy	16 mars.	27°	25°	1,000052	0,594
Aïn-Zara (1)	5 avril.	43°	24°	1,00082	0,716
Wady-Zerka-Maïn	5 avril.	51°	22°	1,00066	4,569
Jourdain	21 avril.	22°	25°	1,0010	0,875

impregnation plus étendue, transformer les roches sur de vastes surfaces.

« Qu'une dislocation vienne à faire naître un groupe de sources thermales, n'est-il pas probable que la plupart des terrains traversés par ces sources subiront une action qui, s'étendant de proche en proche, avec l'aide du temps, occasionnerait le métamorphisme sur des zones d'une assez grande étendue? A Plombières, avant que la vallée, en s'échancrant, donnât issue aux sources, l'eau arrivait déjà de la profondeur, et si elle paraissait à la surface, ce n'était sans doute que par une transsudation peu apparente. » (Daubrée, *Études sur le métamorphisme*, p. 403.)

Ceci pourrait également avoir eu lieu dans la région qui nous occupe, dès le dépôt de ces sédiments, et ces sources anciennes seraient encore représentées de nos jours par celles du bord occidental du lac, qui jaillissent toutes à proximité des calcaires dolomitiques.

(1) Nous n'avons donné que la température de la source de Zara où a été puisé l'échantillon; non loin de celle-là, il en existe une autre bien plus chaude encore.

La quantité exceptionnelle de résidu salin que renferment l'eau d'Aïn-Turabeh et celle d'Aïn-Sweimeh s'explique aisément par leur voisinage des anciens dépôts de la mer Morte auxquels elles ont dû emprunter une grande partie au moins de leur salure. Il n'en est pas de même des eaux très-chaudes et très-abondantes d'Aïn-Zara qui jaillissent de terrains crétacés, entre deux coulées de lave, comme aussi de celles de Callirhoë, près desquelles l'historien Josèphe indique la présence du soufre et de l'alun et que fréquentait à la fin de sa vie le roi Hérode, en raison de leurs vertus médicinales. Ces dernières sources arrivent également au jour près d'une coulée de lave; elles communiquent au Zerka-Maïn dont elles constituent l'aliment principal la haute température dont ces eaux sont douées et leur donnent un aspect laiteux qui fait d'abord croire à un précipité de soufre analogue à celui qui se manifeste en général dans les eaux sulfureuses à leur arrivée à l'air libre.

Si l'on compare les résidus salins des eaux de Zara et du Zerka-Maïn à celui que laisse une source ordinaire telle que celle d'Aïn-Jidy, par exemple, on voit que la salure des premières, qui évidemment n'a point été influencée par la proximité des anciens dépôts de la mer Morte, ne laisse pas d'être considérable. Nous sommes ainsi portés à regarder les sources chaudes de Zara et de Callirhoë, situées dans les régions les plus agitées par les phénomènes volcaniques dont elles paraissent être les derniers vestiges, comme les sources *thermales principales* du bassin, les autres sources faiblement thermales en étant les *sources accompagnantes* (1).

(1) Ces expressions, que nous empruntons à M. Élie de Beaumont, correspondent à des distinctions établies dans le passage suivant, extrait du mémoire où cet éminent géologue a émis des vues si belles et si profondes *sur les émanations volcaniques et métallifères* :

« Les sources thermales, dit M. Élie de Beaumont, sont généralement disposées par groupes, dans chacun desquels existent une ou
 » plusieurs sources thermales principales qui pourraient être considérées comme des volcans privés de la faculté d'émettre aucun
 » autre produit que des émanations gazeuses qui, dans le plus grand
 » nombre des cas, n'arrivent à la surface que condensées en eaux
 » minérales et thermales....

» Il est probable que les sources thermales les plus chaudes,
 » les *sources thermales principales*, émanent directement des
 » roches éruptives, mais les *sources thermales accompagnantes*
 » peuvent être considérées comme résultant de l'eau qui descend de
 » la surface dans les fissures et remonte à la surface du sol. Ce trajet

Ce ne sont pas les seules sources thermales principales du bassin. Sans parler de celles qui ont dû exister anciennement sur les bords de la mer Morte, à en juger par les dépôts considérables d'incrustations qu'elles paraissent avoir laissés (arragonite, etc.), et de celles qui peuvent encore émerger du fond même du lac, il y a encore dans la vallée du Jourdain quelques autres sources très-chaudes, dont la plus importante et la plus connue est celle de Hammam (Emmaüs), au sud de la petite ville de Tibériade.

Le voyage en amont de la vallée du Jourdain, que j'ai continué avec M. Vignes, après le retour en Europe de M. le duc de Luynes, et d'après ses instructions, ayant pour objet principal l'exploration de la région si peu connue de l'est de ce fleuve, il ne m'a pas été possible de visiter cette source d'Emmaüs, qui est située sur la rive droite et sur laquelle d'ailleurs les renseignements abondent. Comme les sources de Zara et de Callirhoë, elle se trouve sur l'axe principal de dislocation du bassin, et, comme elles encore, elle est douée d'une haute température et touche à des épanchements basaltiques. Hitchcock, qui n'accordait, avec raison, aux sources d'eau saumâtre des bords de la mer Morte et aux masses de sel du Djebel-Uzdom, qu'une influence secondaire sur la salure des eaux du lac, attribuait l'origine de cette salure aux sources d'Emmaüs, dont les dépôts analysés par M. le docteur Turner auraient fourni, d'après le voyageur Monroe, les mêmes sels que ceux que renferme la mer Morte (1).

C'est le révérend Hebard, missionnaire américain, qui avait fourni à Hitchcock les documents et les échantillons d'après lesquels le savant professeur d'Amherst avait, quoique de fort loin, su voir si clairement dans un pays où ceux à qui il a été donné d'examiner de près les faits les ont généralement interprétés d'une manière si peu exacte. Le révérend Hebard, que la mort vint frapper en Syrie avant qu'il eût pu faire connaître tous les résultats de ses voyages, avait constaté que la température de ces sources était de 144 degrés Fahrenheit (62,5 centigrades), et qu'elles

» suffit pour qu'elles se chargent de beaucoup de substances miné-
 » rales, et, quoique ces sources en soient moins chargées que les
 » sources thermales principales, elles en renferment cependant un
 » grand nombre. » (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1847, 2^e sér.,
 t. II.)

(1) Hitchcock. — *Rep. of americ. Assoc. of geol. and nat.*,
 p. 378.

sortaient d'un calcaire bitumineux brun, semblable à celui des bords de la mer Morte (1).

A peu près vers la même époque, Gmelin donnait l'analyse de l'eau d'Emmaüs, et, près de dix ans plus tard, le docteur Anderson, de l'expédition du lieutenant Lynch, vérifiait avec soin la température de cette source, qu'il évalua après trois essais successifs à 143°,3 Fahrenheit (62° centigrades), et y puisait une quantité d'eau assez considérable pour donner lieu de sa part et de celles de MM. Booth et Muckle (2) à des analyses complètes, dont voici les résultats :

Tableau des analyses chimiques des eaux thermales de Hammam (Emmaüs), près de Tibériade.

NOM DES AUTEURS.	DENSITÉ.	CHLORURES				SULFATES			CARBONATES		ALCALIS ET SULFURES.	EAL.
		de sodium.	de potassium.	de calcium.	de magnésium.	de chaux.	de soude.	de magnésie.	de chaux.	de magnésie.		
Gmelin (1840).	1,022375	1,702	0,45	0,819	0,229	0,124	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	97,2
Booth et Muckle (1852).	1,727	. . . . .	. . . . .	0,896	0,195	0,108	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Anderson (5) (1852).	1,02556	1,745	0,016	0,887	0,205	0,072	0,062	0,016	0,036	0,009	traces.	

L'hydrogène sulfuré se dégage de ces eaux d'une façon très-sensible à l'odorat, et, après une longue pause, elles laissent un léger dépôt jaunâtre de soufre, mêlé à des carbonates de chaux et de magnésie qu'elles tenaient auparavant en solution à l'état de bicarbonates.

Le soufre s'y trouve également sous forme de sulfure, mais en très-faible quantité. Ses principales combinaisons sont l'hydrogène sulfuré et le sulfate de chaux ; il n'y entre, en totalité, que pour les 2/100 des matières solides.

(1) Hitchcock. — *Loc. cit.*, p. 370.

(2) Lynch. — *Off. Rep.*, p. 202.

(3) Dans cette analyse, le docteur Anderson a considéré les bicarbonates comme des carbonates et n'a tenu aucun compte des bromures, des matières organiques et des autres éléments en proportion trop faible pour être dosés.

En comparant cette analyse avec celle de l'eau de la mer Morte, il est difficile de n'être pas frappé des rapprochements qu'Hitchcock, avec son tact et sa sagacité habituels, n'avait pas manqué d'établir entre la composition des eaux d'Emmaüs et la salure originelle des eaux du lac. On a déjà vu que, dans les sources chaudes des bords de la mer Morte, M. Terreil a trouvé tous les éléments de la salure du lac, à l'exception du brome, que cependant, d'après les réserves prudentes de cet habile chimiste, il déclare avoir pu échapper à l'analyse à cause du faible volume d'eau soumis à ses essais. Pour la source d'Emmaüs, M. Anderson a eu l'avantage d'opérer sur des quantités d'eau plus grandes, et il a pu y découvrir le brome lui-même, ce qui complète l'analogie de composition que présente l'eau de cette source avec celle de la mer Morte. Ce dernier fait a une importance capitale dans la question de l'origine de la salure du lac. Étant admise, en effet, l'indépendance primitive du bassin de la mer Morte relativement aux mers avoisinantes, les sources d'Emmaüs constituent le seul point du bassin où l'on ait constaté la présence du brome (1), à part toutefois le lac et ses anciens dépôts. Il est donc bien naturel de rattacher l'arrivée de ce corps simple et des autres substances minérales qui l'accompagnent dans les eaux de la mer Morte, sinon à l'apport salifère de la seule source d'Emmaüs, comme l'a fait Hitchcock, au moins aux phénomènes qui ont présidé à l'émission des sources thermales principales dont celles de Zara, de Callirhoë et d'Emmaüs ne sont sans doute que les rares représentants affaiblis.

Il est permis de supposer, en effet, qu'aux époques où le sol de la Palestine et de la Syrie était le théâtre d'éruptions volcaniques presque aussi considérables que celles qui ont couvert de leurs déjections le plateau central de la France, les sources thermales en connexion d'origine avec ces phénomènes, ont dû acquérir, si

(1) M. Marchand aurait découvert le brome dans *une terre du désert salé de Zeph*, au S.-O. de la mer Morte; si cette terre salée a été empruntée aux anciens dépôts de la mer Morte qui s'avancent assez loin dans cette région, il n'y a rien de bien extraordinaire à y rencontrer le brome. Si l'échantillon a été pris au Wady-Fikreh, nous ferons remarquer que le lit de ce ruisseau suit une ligne de dislocation le long de laquelle ont pu jaillir autrefois des sources analogues à celles d'Emmaüs. Dans tous les cas, les circonstances dans lesquelles a été recueilli l'échantillon qui a donné lieu à cette découverte sont trop vagues pour qu'on en puisse tenir un compte bien sérieux.

elles ne les possédaient déjà (1), une énergie et une richesse salifère dont celles d'entre elles qui n'ont pas disparu à la suite de cette crise souterraine ne nous ont conservé qu'une bien faible image.

Mais cette image, bien qu'affaiblie, suffit pour nous montrer les rapports étroits que présente la salure de la mer Morte avec l'existence de cette série d'anciennes sources thermales alignées suivant le grand axe de dislocation du bassin de la mer Morte et qui ont dû déverser pendant des siècles dans le lac Asphaltite leurs sels, dont la concentration a dû séparer une partie en augmentant ainsi la proportion des chlorures et des bromures si abondants aujourd'hui dans ses eaux.

On remarque sur les bords de la mer Morte des dépôts d'incrustations dus évidemment à l'existence ancienne de sources aujourd'hui disparues qui viennent à l'appui de ce que nous venons de dire. Peut-être même, à en croire un passage de M. Henderson rapporté par Daubeny (2), la tradition de pareils phénomènes se serait-elle conservée chez les Hébreux. A propos des geysers que M. Henderson avait été étudier en Islande, le voyageur anglais prétendait que le mot *siddim*, par lequel la Bible désigne la vallée qui fut plus tard la mer Morte, dérive d'une racine hébraïque signifiant *jaillir*, comme le mot islandais *geyser*. Il pensait en outre que les *sheddim*, objet du culte idolâtre des Israélites (3), et que l'on traduit généralement par le mot *diabtes*, représentaient « des sources bouillantes dérivées de volcans », et il cite à ce propos les superstitions particulières et les sacrifices barbares pratiqués par les Grecs à l'occasion de phénomènes analogues qui se produisaient au *lacus Palicorum*, en Sicile. Enfin, d'après le même auteur, ce serait en imitation de ces fontaines naturelles que Salomon aurait fait construire ses fontaines jaillissantes (4).

Nous ne pouvons prétendre à dire quelle valeur on doit accorder à ces rapprochements. Nous ferons seulement observer que l'étude géologique de cette région montre la possibilité que

(1) Ces sources, liées essentiellement à la ligne de fracture qui a donné naissance au bassin de la mer Morte, ont pu précéder et annoncer les phénomènes volcaniques bien avant que ces derniers aient donné lieu aux manifestations imposantes dont les couches basaltiques nous ont conservé la trace.

(2) *Descript. of activ. and extinct volcanos*, 1826, p. 284.

(3) *Deutéronome*, XXXII, 17; Psaumes, CVXI, 37. Ce serait de la même racine que dériverait le nom de Chaïtam (Satan).

(4) *Écclésiaste*, cap. II, 8.

l'homme ait assisté au moins à la fin de la crise volcanique. Il n'y aurait donc rien de surprenant qu'étant témoin du rôle important que des sources thermales, peut-être jaillissantes, ont dû jouer à la suite de ces phénomènes, il en ait gardé un souvenir profond qui aurait ainsi survécu à l'activité de la plupart d'entre elles.

Indépendamment des sources dont la présence sur les bords de la mer Morte se manifeste ainsi à nos yeux, il en est assurément dont l'existence nous est cachée par les eaux de ce lac. Si l'on se reporte, en effet, à ce que nous avons dit dans un premier travail (1) des profondeurs de la mer Morte, on verra que la ligne synclinale de ce fond sous-marin suit exactement l'axe de dislocation du bassin, et que c'est, selon toute probabilité, sous les eaux de la mer Morte que s'accroît le plus cette fracture de l'écorce terrestre par laquelle ont dû venir au jour les produits d'émanations souterraines dont nous nous occupons en ce moment.

Certaines anomalies qui se manifestent dans la composition générale des eaux de la mer Morte, et que l'analyse a révélées, trouveraient peut-être leur explication dans ce fait de la proximité de sources thermales sous-marines et tendraient ainsi à confirmer leur existence. En effet, les essais chimiques de M. Terreil l'ont amené à ce résultat, que les eaux recueillies à 5 milles à l'est du Wady Mrabba contiennent quatre fois plus de calcium et deux fois moins de sodium que celles qui ont été puisées à 5 milles à l'est du ras Feschkah, un peu plus près de l'embouchure du Jourdain. La réduction, dans le premier point, de la quantité de chlorure de sodium dont la présence des chlorures de magnésium et de calcium diminue la solubilité, pourrait s'expliquer par les effets de la précipitation d'une portion notable du sel marin à son arrivée en un point de la mer Morte où la concentration est plus grande. La sonde a rapporté, en effet, de cette région moyenne et profonde du fond du lac, des argiles remplies de cristaux cubiques de sel marin et de lentilles de gypse qui confirment pleinement cette hypothèse. Mais ce qui paraît assez extraordinaire, c'est que le magnésium, que l'on devrait s'attendre à rencontrer en proportion plus considérable dans les eaux les plus concentrées, se trouve en quantité plus faible dans ces dernières, à 300 mètres de profondeur, qu'à 200 mètres seulement à plusieurs milles au nord et dans un point plus voisin de l'arrivée des eaux douces. D'après cela il serait donc difficile d'admettre qu'à l'est du Wady

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXII, p. 447.

Mrabba c'est l'augmentation du chlorure de magnésium qui a pu déterminer la précipitation du sel marin que l'on trouve en plus grande quantité dans des points plus rapprochés du Jourdain. Quant à la proportion énorme de calcium que renferme l'eau puisée à 5 milles à l'est du Wady Mrabba, on peut se borner à signaler la grande proximité des sources chaudes de Zara, dont quelques-unes émergent au contact de la surface du lac et qui ont recouvert toute la plaine de leurs dépôts d'incrustation calcaire. Cette région est d'ailleurs parsemée d'accidents volcaniques, et il est permis de supposer que l'émission de ces eaux chaudes ne s'arrête pas à la surface du lac et que le phénomène continue sous ses eaux, de façon à donner lieu à des sources thermales sous-marines qui altèrent la composition de ces eaux près de leur point d'émergence et produisent les anomalies dont il vient d'être question.

Si nous passons, maintenant, au rivage occidental de la mer Morte, nous retrouverons des anomalies pareilles qui paraissent dues aux mêmes causes. En effet, plusieurs voyageurs ont senti, en cheminant sur le rivage, dans les environs du ras Mersed, des odeurs fétides qui paraissaient venir du lac. Une nuit que nous naviguions dans les environs de ce cap, nous fûmes tous affectés par une odeur forte rappelant celle de l'hydrogène sulfuré; le lendemain nous nous empressâmes de revenir en ce point avec M. Vignes et d'y puiser de l'eau à une quarantaine de mètres de profondeur, et en étudiant le rivage nous pûmes observer des traces d'infiltrations bitumineuses au milieu des calcaires qui le constituent. Près de ce point, le sol d'une petite grotte était couvert d'incrustations salines noircies par des matières bitumineuses. M. Terreil a analysé l'eau puisée à 42 mètres, en ce point, et l'a trouvée aussi riche en brome ainsi qu'en chlorures de sodium et de magnésium que celle que nous avons recueillie à 120 mètres et même à 200 mètres de profondeur à l'est du ras Feschkah. Nous avons dit qu'en brisant les pointes des tubes qui renfermaient les eaux de la mer Morte, le même chimiste avait constaté qu'il s'en dégagait une odeur rappelant à la fois celle de l'hydrogène sulfuré et celle des bitumes. Mais ce dégagement s'est fait sentir avec bien plus de force et de netteté dans l'échantillon d'eau puisée au ras Mersed. De tous ces faits il nous semble légitime de conclure que des émanations souterraines se font jour en ce point sous les eaux de la mer Morte, et contribuent à en modifier la composition en les enrichissant en chlorures, en bromures et en bitumes, et en y donnant lieu à des dégagements

d'hydrogène sulfuré. Des recherches plus longues feraient découvrir d'autres particularités semblables à celles que nous venons de signaler et montreraient probablement que, loin de se borner au littoral de la mer Morte, l'action des sources thermales s'exerce avec plus d'énergie près de la ligne de dislocation qui suit le fond le plus déprimé du lac et à l'existence de laquelle se rattache l'apparition de ces sources.

Ainsi se trouveraient peut-être réalisées actuellement, pour les dépôts salins qui continuent à s'accumuler au fond de la mer Morte, les conditions dans lesquelles ont dû se former jadis les masses lenticulaires de sel dans la formation desquelles on fait intervenir l'action des sources minérales et notamment le gîte salin de Stassfurt-Anhalt. On sait que ces dernières masses salines sont regardées aujourd'hui comme le résultat d'émanations souterraines et thermales, au milieu d'un lac ou d'une lagune d'eau salée, et la position de la boracite au milieu de ces masses salifères indiquerait même que ces émanations ont dû se produire également par le fond du bassin (1).

Le brome a pu arriver de même dans la mer Morte, car, à la plus grande profondeur où ont été effectués nos puisages (c'est-à-dire à 300 mètres au-dessous de la surface du lac, ce qui fait 700 mètres environ au-dessous du niveau de l'Océan), l'eau, bien que moins dense qu'à des niveaux supérieurs à celui qu'elle occupait en ce point, renfermait une proportion exceptionnelle de brome (7^{sr},093 par kilogramme d'eau), ce qui tendrait à faire attribuer l'arrivée de cette substance à l'existence, dans ces profondeurs, de sources analogues à celles qui jaillissent sur les bords du lac Tibériade, sur le prolongement de l'axe de dislocation.

En résumé, les considérations géologiques que nous avons fait valoir dans un premier mémoire ne nous permettent pas de chercher, dans les mers voisines, l'origine de la salure du lac Asphaltite. L'opinion si pleine d'autorité de M. Élie de Beaumont, le résultat négatif des recherches de M. Malaguti, à l'effet de découvrir de l'argent dans les résidus salins des eaux de la mer Morte, et la constatation faite par M. Terreil, dans ces mêmes eaux, de l'absence du cæsium, du lithium, du rubidium et de l'iode, sont des appuis bien précieux en faveur de cette idée.

Les dépôts salins du Djebel-Ussdom ne peuvent être invoqués que comme cause secondaire de salure en raison de leur pureté. Quant au Jourdain, ses eaux, empruntant presque tous les sels

(1) Fuchs. — *Gisement salin de Stassfurt-Anhalt*, p. 45.

qu'elles tiennent en dissolution aux sédiments déposés par la mer Morte dans sa surélévation de niveau, ne font guère que lui restituer une partie des matières salines qu'elle y a abandonnées.

C'est donc principalement aux sources, liées à l'axe de dislocation du bassin de la mer Morte, dont les rares représentants servent encore de véhicule aux mêmes éléments salins qui entrent dans la constitution des eaux du lac et dont l'émergence sous-marine se manifeste par des anomalies de composition révélées par l'analyse, qu'il faut attribuer l'origine de cette salure qui s'est peu à peu accrue sous l'influence d'une évaporation longtemps prolongée.

M. le Président met sous les yeux de la Société une pierre provenant d'une caverne, envoyée par M. Garrigou, et sur laquelle on peut voir le dessin, au trait, d'un animal qui paraît être le grand Ours des cavernes.

M. Simonin fait une communication sur les gîtes aurifères du Morbihan et du département du Gard.

A propos de la communication qui a été faite dans la dernière séance (p. 673) par M. Éd. Lartet sur un nouveau Sirénien trouvé dans les environs de Sos (Lot-et-Garonne) et en attendant un travail étendu qu'il prépare sur ce terrain, M. Tournoïer donne au tableau la coupe résumée du bassin de la Gelize, sur les bords de laquelle a été trouvé, dans la commune de Saint-Pé-Saint-Simon, ce débris intéressant, dont le niveau géologique précis est fixé par cette coupe avec certitude. Ce niveau est celui d'un banc de calcaire marin à *Mytilus Michelini*?, Math., et *Cerithium plicatum*, synchronique des faluns de Laricy et de Mérignac, près de Bordeaux, qui surmonte immédiatement et constamment dans ce petit bassin l'assise remarquable du calcaire lacustre gris de l'Agenais à *Planorbis solidus*, développement du calcaire lacustre de Saucats. — Le calcaire marin est terminé par un banc d'*Ostrea crisputa*, Goldf., *pro part.*, qu'il ne faut pas confondre avec un autre banc inférieur de la même espèce, qui, constamment aussi dans l'Agenais, se rencontre au-dessous du calcaire gris. — L'ensemble des couches marines où a été trouvé le nouvel *Halitherium* est surmonté par la masse des argiles gypsifères et des calcaires d'eau douce de l'Armagnac,

caractérisés aux environs de Sos même par les coquilles du Gers, *Helix Larteti*, Boiss., *H. ornezanensis*, Noul., *Melania Escheri*, Brongn., var. *aquitana*, Noul., etc. — Et cette puissante formation d'eau, douce qui pour M. Tournouër appartient à un groupe distinct de celui qui comprend le calcaire gris de Saucats et de l'Agenais, est surmontée elle-même et profondément entamée (à Rimbès notamment, à quelques kilomètres de Saint-Pé) par les faluns et les grès calcaires à Dinotheriums et à Mastodontes de la *mollasse marine de l'Armagnac*, représentants ici des faluns jaunes de Saucats et de Cestas, et aussi particulièrement des faluns de Pont-Levoy, en Touraine, avec lesquels ils présentent une plus grande quantité d'espèces communes qu'aucun autre falun du Sud-Ouest.

L'*Halitherium Capgrandi* appartient donc au miocène moyen, au groupe fluvio-marin de Bazas ou étage aquitain de M. Mayer, et stratigraphiquement il est intermédiaire entre les Halithériums du calcaire à Astéries et ceux des faluns de Léognan et de Gabarret (Lot-et-Garonne), ou, pour parler plus généralement, entre l'*H. Guettardi* du miocène inférieur et les *H. fossile* et *Beaumonti* des mollasses et faluns supérieurs.

M. Delanouë annonce la découverte d'un grand mammifère dans les sables d'une carrière située en Bourgogne, aux environs de Nolay (Côte-d'Or).

Sur la demande de M. Hébert, la Société, consultée par M. le Président, décide qu'il y aura séance supplémentaire le lundi 25 juin.

Séance supplémentaire du 25 juin 1866.

PRÉSIDENCE DE M. ÉD. LARTET.

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

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Directeur du dépôt de la guerre, 29° livr. de la carte de France au 1/80,000.

De la part de M. Delesse, *Carte géologique du département de la Seine*, 4 f.; Paris, 1865.

De la part de M. Ch. Horion, *André Dumont et la philosophie de la nature*, in-8, 2^e édit., 87 p.; Bruxelles, 1866.

De la part de M. A. Leymerie :

1^o *Éléments de minéralogie et de géologie*, 2^e édit., in-12, 828 pages; Paris, 1866; chez Victor Masson fils.

2^o *Esquisse géognostique de la vallée d'Aspe*, in-8, 24 p.; Toulouse, 1866; chez Douladoure.

De la part de M. Ad. Watelet, *Description des plantes fossiles du bassin de Paris*, in-4, 5^e livr.; Paris, 1865; chez J. B. Baillièrre et fils.

De la part de M. Ch. Grad, *Esquisse physique des îles Spitzbergen et du pôle arctique*, in-8, 164 p., 1 carte; Paris, 1866; chez Challamel aîné.

De la part de M. J. B. Greppin, *Les sources du Jura bernois*, in-18, 23 p.; Delémont, 1866; chez Helg et Béchoat.

De la part de M. Ch. A. Zittel, *Die Bivalven der Gosaugebilde in den nordöstlichen Alpen*, in-4, 122 p., 17 pl.; Vienne, 1866; chez Ch. Gerolds'sohn.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1866, 1^{er} sem., t. LXII, n^o 25; in-4.

L'Institut, n^o 1694; 1866; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, mai 1866; in-8.

The Athenæum, n^o 2017; 1866; in-4.

Revista minera, 15 juin 1866; in-8.

The quarterly Journal of the geological Society of London, n^{os} 85 et 86, 1^{er} février et 1^{er} mai 1866; in-8.

List of the geological Society of London, 31 déc. 1865; in-8.

M. Hébert fait une communication sur la craie des falaises de Normandie et sur la craie d'Allemagne et de Scandinavie.

M. Munier-Chalmas fait une communication sur une nouvelle espèce de Trigonie, sur plusieurs genres d'Arches et de Macrodon; il termine par quelques développements sur les terrains de la vallée de la Saône.

M. Tournoüer présente à la Société, au nom de M. L. Combes, de Fumel, divers débris de mammifères fossiles, dus à ses persévérantes et utiles recherches et recueillis par lui dans les couches tertiaires du département de Lot-et-Garonne.

Ce sont : 1° un fragment de molaire supérieure, de 45 millimètres au moins de longueur, de *Palæotherium*, probablement *P. magnum*, et une grosse canine usée, probablement aussi du même animal, provenant des calcaires argileux lacustres de la rive droite du Lot, entre Libos et Ladignac, au lieu dit les Ondes. — Cette découverte est intéressante pour la géologie locale, parce que les fossiles sont extrêmement rares dans le bassin du Lot et dans toute cette région, et parce qu'elle relie les gisements paléothériens du département de la Gironde à ceux du département du Tarn et de l'Aude. Les calcaires des Ondes reposent d'ailleurs manifestement sur le commencement des argiles ferrifères de l'Allemance, dont l'âge géologique avait donné lieu, il y a plusieurs années, à une assez vive discussion, lesquelles argiles reposent elles-mêmes sur les calcaires crétacés de Fumel.

2° M. Combes présente à la Société trois dents et quelques fragments de grands os longs trouvés dans la carrière de Villebramar, près de Tombebœuf, sur la rive droite du Tauzia, petit affluent de la Garonne, latéral au Lot. Ces trois dents sont : une prémolaire de *Rhinoceros* de taille moyenne, une dernière molaire supérieure droite parfaitement conservée, mesurant 20 millimètres de longueur, appartenant incontestablement à un *Anthracotherium*, et un fragment de maxillaire droit avec les trois dernières molaires en place de *Paloplotherium annectens*.

M. Tournoüer, qui a visité avec soin la carrière de Villebramar, après avoir vu chez M. Combes les pièces susdites, et qui a cherché à se rendre un compte exact de la situation géologique et stratigraphique de ce gisement, admet parfaitement la contemporanéité de ces débris. Il a constaté que la couche fossilifère, épaisse de 1 à 2 décimètres au plus, est comprise entre les mollasses calcaires dures ou « tufs » éocènes de la contrée, dont le calcaire argileux des Ondes n'est qu'un faciès local, et la masse des mollasses miocènes (V. *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, 1865) de l'Agenais, auxquelles appartient

le gisement connu d'*Anthracotherium minimum*, Cuv., de Hautevignes, localité située à quelques myriamètres en aval de Villebramar, sur la même rive du même ruisseau. En d'autres termes, il estime que cette couche est au niveau du calcaire de Brie, si ce n'est à la base même du miocène inférieur. Ce nouvel exemple d'association du groupe paléothérien et du groupe anthracothérien vient à l'appui du fait cité par M. Éd. Lartet dans une des précédentes séances (p. 592), et relatif à la découverte, dans le calcaire à Astéries de Monségur (Gironde), de restes de Paléothérien associés aux Hyopotames et aux Rhinocéros. A ce propos, M. Tournoïer donne au tableau une coupe des terrains tertiaires entre la Réole et Duras, montrant la superposition du calcaire à Astéries de Monségur à un calcaire lacustre qui surmonte lui-même les argiles à gisement normal de *Paloplotherium minus* de Duras; il se propose d'ailleurs de présenter à la Société un travail stratigraphique détaillé sur toute cette région.

Une discussion s'engage sur la question d'association des vertébrés, soulevée par cette dernière communication, entre MM. Gervais, Hébert, Éd. Lartet et Gaudry.

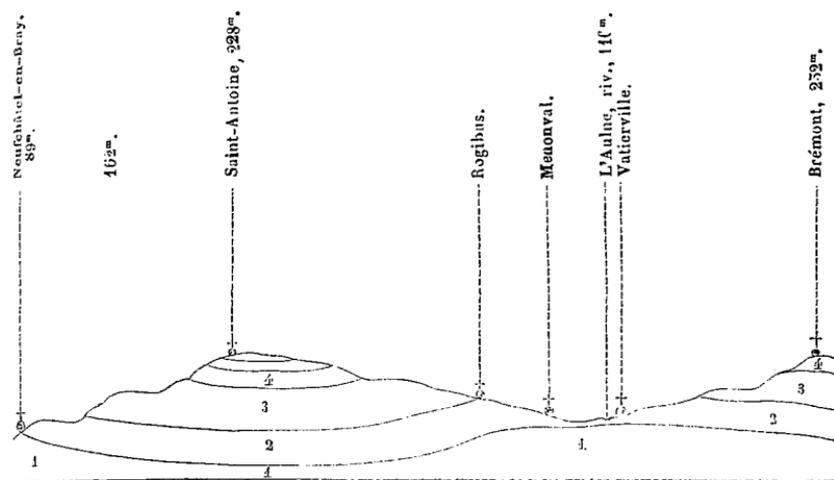
M. N. de Mercey fait la communication suivante :

Note sur la disposition de la craie entre la Béthune et la Bresle;
par M. N. de Mercey.

J'ai eu l'honneur de présenter à la Société, dans la séance du 4 juin dernier, quelques considérations relatives à la craie dans le travail que je prépare sur la Picardie et les régions avoisinantes. Je lui demanderai aujourd'hui la permission de compléter les indications que j'avais données sur l'espace compris entre la Béthune et la Bresle, région éminemment favorable pour l'étude des assises les plus profondes de la masse crayeuse.

On sait que l'apparition au jour à Neufchâtel-en-Bray d'assises crétacées et jurassiques souterraines dans le reste du bassin permet d'y constater avec facilité un relèvement suivant une ligne orientée O. 40° N. E. 40° S. Je n'entrerai pas ici dans l'examen de la structure de cette région du Bray et des caractères qu'y présentent les assises jurassiques et crétacées inférieures. Je passe immédiatement à la craie qui commence

avec la craie cénomaniennne sur laquelle est assise la ville de Neufchâtel.



1/80,000^e, hauteurs exagérées 5 fois.

- | | | | | |
|---|---------|---|------------------|--|
| 4 | } Craie | { | sénonienne. . . | — Craie à silex à <i>Micraster cor-testudinarium</i> . |
| 3 | | | turonienne. . . | — Craie marneuse à <i>Inoceramus labiatus</i> . |
| 2 | | | cénomaniennne. { | Craie à silex. . . { <i>Ammonites rotomagensis</i> . |
| | | | | Banc glauconieux. { <i>Holaster subglobosus</i> . |
| 1 | | | | Gaize à <i>Ammonites inflatus</i> . |
| | | | 1 | — Gault. |

Les fossiles que l'on a recueillis depuis longtemps dans le voisinage immédiat de cette localité imposaient aux auteurs qui s'en sont occupés l'obligation d'y indiquer l'étage cénomanien, mais le caractère minéralogique de la masse principale de la roche, constituée par une craie assez blanche et à silex, a empêché d'attribuer à cet étage toute l'extension qu'il a en réalité. Ainsi, sur la carte de M. A. Passy, qui est la plus récente, cette assise ne dépasse pas, sur la rive droite de la Béthune, Neufchâtel, tandis qu'elle occupe une bande assez large sur le bord de la vallée jusqu'à Saint-Vaast, à 15 kilomètres plus à l'ouest, et à 18 kilomètres seulement de Dieppe.

Je reviendrai plus loin sur le détail des bancs constitutifs de cette assise qui disparaît, après s'être élevée sur les premières pentes de la bordure N. du Bray, sous la craie marneuse à *Inoceramus labiatus* ou craie turonienne. Cette craie, assez marneuse dans toute sa masse et généralement dépourvue de silex, commence par un banc noduleux renfermant en grand nombre, mais mal conservés, des céphalopodes, Baculites, Hamites, etc., et

le *Belemnites verus* ? que M. de Glasville y a recueilli ; le *Cidaris hirudo* n'y est pas rare. Je me borne à l'indication de ces fossiles, car mon but est seulement d'indiquer la disposition des assises.

La craie à *Inoceramus labiatus* s'élève assez haut ; elle est cependant recouverte par la base de la craie sénonienne à silex, à *Micraster*, qui a fourni une partie des éléments du *bief à silex* qui, à Saint-Antoine, borde le plateau et disparaît lui-même sous le limon de Picardie qui en occupe la superficie, à une altitude de 228 mètres et sur une largeur qui ne dépasse pas 500 mètres en ce point.

En redescendant dans la vallée de l'Aulne, on retrouve tous les dépôts précédents. La craie à *I. labiatus*, exploitée au four à chaux au nord de Rogibus, y renferme de grosses Ammonites, *A. perampus*, etc., et l'*Avanhytes gibba*, indiquée déjà dans d'autres localités par M. Hébert.

La craie cénomaniennne qui apparaît à Rogibus se développe largement jusqu'au fond de la vallée de l'Aulne qui coule à Vatierville, à environ 110 mètres d'altitude, sur les bancs les plus profonds de cette assise.

On doit la découverte de cette craie cénomaniennne à M. Albert Chambaud, qui a recueilli de nombreux fossiles dans la craie blanche avec silex se fondant dans la roche et qui forme les premiers coteaux. Je ne citerai que les deux fossiles les plus caractéristiques, l'*Ammonites rothomagensis* et l'*Holaster subglobosus* qui est surtout abondant. La glauconie existe dans quelques lits à la partie supérieure, mais elle manque dans la plus grande partie de la masse, qui peut atteindre une épaisseur de 35 à 40 mètres. Il existe au-dessous un banc très-glauconieux fossilifère, épais d'environ 3 mètres, et recouvrant une craie argileuse et siliceuse peu apparente, qui sert de lit à l'Aulne à Saint-Germain et dont l'épaisseur doit être d'environ 12 mètres avant d'arriver au gault qui lui est immédiatement inférieur. Ce banc, qui constitue la base de l'étage cénomanien, paraît s'étendre loin. M. Graves l'a indiqué très-clairement (1) à Épaubourg, Compostel, Grumesnil, Berneuil, dans l'Oise, en le désignant sous le nom de craie jaune, sableuse, légère, et M. de Lapparent, qui l'a rencontré dans la tranchée du chemin de fer qui traverse le pays de Bray à Sommery, l'a rapporté à la gaize des Ardennes ; l'*Ammonites inflatus* semblerait spécial à ce niveau.

Après s'être élevée sur les pentes N. de la vallée de l'Aulne, la

(1) Graves. — *Topogr. géognost. de l'Oise*, p. 207.

craie cénomaniennne disparaît de nouveau sous la craie à *Inoceramus labiatus* passant à son tour sous la craie à silex à *Micraster*, un peu avant le plateau sur lequel s'étend le bief à silex et le limon à une altitude de 232 mètres à Brémont, sur la lisière S. O. de la basse forêt d'Eu.

Ce n'est pas seulement dans cette partie de la vallée de l'Aulne que l'on peut observer la craie cénomaniennne. Elle s'étend depuis Mortemer, dans le voisinage de l'origine de la vallée, jusqu'à Douvrend, à 21 kilomètres plus loin et à une distance de Dieppe égale à celle où elle s'arrête aussi dans la vallée parallèle de la Béthune.

C'est ici le lieu de signaler ce parallélisme remarquable des deux vallées, qui toutes deux sont, comme le montre le croquis ci-dessus, des vallées anticlinales. La vallée de l'Yères, que le prolongement de cette coupe traverserait à Foucarmont, dans la craie à *Inoceramus labiatus*, est, au contraire, une vallée synclinale alignée exactement suivant la même direction, qui est aussi celle suivie plus au N. par la Breslé qui coule, à Blangy, sur la craie cénomaniennne et dans une vallée anticlinale.

Ce plissement si remarquable du massif crayeux se manifeste jusqu'au versant de la mer du Nord par le parallélisme de presque tous les cours d'eau qui viennent aboutir à la mer après avoir suivi, les uns des vallées anticlinales, les autres des vallées synclinales. J'ai déjà eu occasion de le faire remarquer; il rend assez bien compte de la disposition des assises dans le petit morceau qui nous occupe. Cependant au delà d'Envermeu, à Ancourt, on voit l'Aulne s'infléchir à l'ouest pour aller rejoindre la Béthune, sous la pyramide commémorative de la bataille d'Arques.

L'axe de relèvement qui suit le bord N. de la vallée de l'Aulne n'en paraît pas moins se prolonger dans la même direction jusque dans la falaise où M. Hébert a constaté un maximum de relèvement des couches par l'apparition de la craie à *I. labiatus* au pied de la falaise, à la hauteur de Berneval.

Il est possible que le changement de direction de l'Aulne à Ancourt soit dû à une faille qui viendrait couper vers le confluent de l'Aulne et de la Béthune une seconde faille allant aboutir au Pollet. Autrement il serait difficile de se rendre compte des différences de niveau présentées entre la pyramide d'Arques et la falaise de Dieppe sur un espace seulement de 5 kilomètres, par exemple, par la base de la craie à *Micraster*, qui atteint à la pyramide d'Arques 38 mètres d'altitude, tandis que la présence du *Micraster cor-anguinum* au pied de la falaise à l'ouest de Dieppe le fait supposer en ce point à 80 mètres au-dessous du

niveau de la mer et par conséquent doit lui faire attribuer une différence de niveau de 118 mètres sur une espace seulement de 5 kilomètres, qui n'est guère explicable que par une faille et non pas seulement par le plongement qui se produit parallèlement à l'arête de relèvement du Bray à partir des points de relèvement maximum entre Neufchâtel et Forges, ou si l'on veut suivant le grand axe de cône du Bray. Ce plongement n'est en effet, sur une longueur de 28 kilomètres, entre Neufchâtel et la pyramide d'Arques, que de 157 mètres.

Je ferai remarquer que le prolongement de l'axe de relèvement du Bray vient aboutir dans la falaise de Dieppe un peu avant Pourville, et en se maintenant à une distance de la faille qui passerait par le Pollet d'un peu plus de 2 kilomètres, distance qui est celle qui existe entre ce même axe prolongé jusqu'au méridien de Beauvais et une faille qui, commençant vers Beaussault à l'ouest de Gaillefontaine pour s'arrêter à Goincourt, borde presque rectilignement le Bray pendant onze lieues, et que l'on peut reconnaître sur tout son parcours par la juxtaposition du terrain créacé inférieur contre la craie à *Inoceramus labiatus* ou à *Micraster*.

J'ajouterai en terminant que si l'existence, facile à démontrer, de cette grande faille rend probable celle du Pollet, il est peut-être permis de s'appuyer sur un argument semblable relativement à celle qui serait dirigée d'Ancourt au confluent de l'Aulne et de la Béthune E. 20° N. O. 20° S.

La faille de Beaussault à Goincourt est en effet limitée à son extrémité S. E. par une seconde faille dirigée E. 20° N. O. 20° S., qui la coupe sous un angle de 70 degrés et à qui paraît due l'ouverture par laquelle le petit Thérain vient rejoindre à Beauvais le grand Thérain.

Une faille semblable, et qui paraîtrait aussi alignée E. 20° N. O. 20° S., suivrait, d'après M. de Lapparent, qui m'a communiqué cette observation, la petite vallée de Tousprès à Beaussault, où elle viendrait limiter au N. O. la grande faille, comme la faille de Goincourt la limite au S. E.

Je ne fais du reste que proposer ici pour les environs de Dieppe une explication appuyée sur quelques faits établis ailleurs avec certitude. On comprendra l'impossibilité presque absolue de suivre les failles, heureusement peu nombreuses, qui peuvent exister dans le massif de la craie ; le caractère minéralogique de la roche oppose un obstacle presque insurmontable, et ce n'est que lorsqu'on passe, comme le long de la grande faille, de la craie sur le gault, que l'on peut en avoir une démonstration rigoureuse.

M. Tournouër fait la communication suivante :

Sur les terrains tertiaires de la vallée supérieure de la Saône;
par M. R. Tournouër.

(Communication faite dans la séance du 23 avril dernier.)

M. de Saporta a fait récemment à la Société une très-intéressante communication sur la flore tertiaire des calcaires lacustres de Brognon, près de Dijon (Côte-d'Or). Ces calcaires appartiennent à une série de dépôts que j'ai eu l'occasion d'étudier et qui s'observent entre Dijon et Vesoul, dans les deux départements contigus de la Côte-d'Or et de la Haute-Saône, selon une ligne irrégulière dirigée du sud-ouest au nord-est et suivant les sinuosités des affleurements des terrains secondaires qui forment le fond de la grande vallée de la Saône. Je désire exposer brièvement à la Société les résultats de l'étude que j'ai faite de ces dépôts tertiaires, surtout et presque exclusivement au point de vue paléontologique, le peu de puissance des affleurements, le défaut de superpositions, l'isolement de ces petits bassins lacustres et l'absence de toutes relations avec d'autres terrains tertiaires voisins en rendant l'étude stratigraphique difficile et ingrate.

Un mot d'abord sur la constitution orographique du pays. Le bassin supérieur de la Saône comprend, pour nous, seulement la portion de cette grande vallée qui s'étend en amont de la bifurcation du bassin du Doubs, jusque vers les Vosges, et qui est bornée à l'ouest par les montagnes de la Bourgogne et à l'est par la petite chaîne de hautes collines alignée dans la même direction que la Côte-d'Or qui sépare le bassin du Doubs de celui de la Saône et qui se termine auprès de Dôle par le promontoire du mont Roland et par le petit massif, si intéressant au point de vue géologique, de la forêt de la Serre.

Quelques chiffres empruntés aux cotes d'altitude de la carte de l'État-major feront comprendre la disposition du bassin.

La prairie basse et plate de la Saône est au confluent du Doubs, à 176 mètres d'altitude absolue; à Gray, à 190 mètres; à Port-sur-Saône, approximativement à 210 mètres. Les montagnes des collines jurassiques, qui enceignent le bassin, s'élèvent entre Nuits et Dijon, à 600-630 mètres; sur le plateau de Langres, à 400-450 mètres; au-dessus de Vesoul, à 450 mètres; au mont Roland, près de Dôle, à 350.

Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

Entre la prairie de la Saône et la Côte-d'Or s'étend une plaine intermédiaire, élevée d'environ 230 à 250 mètres, dans laquelle les affluents de la rive droite de la Saône ont dessiné des ondulations et de petites collines qui se reliaient insensiblement vers le nord à la chaîne jurassique. En effet, au sud de Dijon, la séparation de la *plaine* et de la *côte* est parfaitement nette; les montagnes jurassiques, dont le flanc porte les riches vignobles de la Côte-d'Or, forment comme une véritable côte, un rivage élevé (par suite des failles qui sillonnent ce massif, le corallien est porté à près de 600 mètres au mont Afrique, au-dessus de Dijon, et la grande oolite à plus de 630 mètres au-dessus de Nuits), au pied duquel s'étend la grande plaine tertiaire et quaternaire, boisée ou cultivée en céréales, sur 30 à 40 kilomètres de largeur jusqu'à la prairie basse de la Saône. Mais au nord de Dijon, entre cette ville et Vesoul, la limite de la plaine et de la montagne devient incertaine; par suite de la disposition générale géologique des terrains, le corallien, le kimméridien, le portlandien et quelques lambeaux épargnés du terrain crétacé tombent à 300, 250 et 200 mètres même, c'est-à-dire au niveau et même au-dessous du niveau des dépôts tertiaires qui les ont recouverts ou contournés; la distinction du pays tertiaire et du pays jurassique ne se saisit plus à l'œil. Enfin, entre Gray et Vesoul, la vallée se réduit à la prairie même de la Saône.

C'est dans cette disposition que se présentent les terrains que nous allons étudier, en commençant par le nord-est, c'est-à-dire par le département de la Haute-Saône.

HAUTE-SAÔNE.

Le bassin lacustre tertiaire de la Haute-Saône a été reconnu, il y a longtemps déjà, par M. Thirria (*Statistique minér. de la Haute-Saône*, 1833). Ces dépôts qui occupent, entre Vesoul et Gray, sur la rive gauche de la Saône, deux petits bassins contigus, deux dépressions des couches jurassiques supérieures (V. *Carte géologique de la France*, et Perron, *Bull.*, 2^e série, t. XIII, p. 800), et qui atteignent seulement 250-260 mètres d'altitude absolue du côté de Vesoul, et 220-230 mètres du côté de Gray, sont composés, d'après M. Thirria, de deux ou trois assises: 1^o une assise supérieure de silex en plaques avec Paludines et Charas, et des calcaires marneux subordonnés; 2^o une assise moyenne de calcaire marneux et compacte généralement, avec quelques calcaires sili-
ceux subordonnés, riche en moules de Limnées, etc., et 3^o une

assise, probablement inférieure, de calcaire marneux avec *Cyclas* et *Cypris*.

Dans tout ce que j'ai pu voir de ce terrain que j'ai étudié avec les excellentes indications de notre ancien confrère, M. Perron, dans les coupes nouvelles et assez profondes que le chemin de fer de Gray à Vesoul en offre maintenant, notamment en approchant de Vesoul, je n'ai pas saisi de superposition qui me permît de rien ajouter ou de rien retrancher positivement à ce qu'a dit M. Thirria. Mais je me suis attaché à l'étude paléontologique des fossiles, que l'on peut aborder maintenant (malgré les difficultés qui seront toujours inhérentes à la détermination des moules et des empreintes des coquilles terrestres et d'eau douce) avec des ressources que l'on ne possédait pas, il y a trente ans.

M. Thirria avait cité seulement et ensemble les *Limneus longiscatus* et *corneus* et un *Cyclas* voisin du *C. deperdita*, Lam., et classait ces calcaires dans le terrain tertiaire, sans autre désignation; plus tard, et sans doute par des considérations étrangères à la paléontologie, les auteurs de la *Carte géologique de la France* les ont classés dans le *terrain tertiaire moyen*.

Une étude rigoureuse et comparative des fossiles m'a amené à une classification différente et à la conviction que c'est au terrain tertiaire inférieur ou *éocène* qu'il faut rattacher la plus grande partie de ces dépôts de la Haute-Saône.

Calcaires. — En effet, dans la masse des calcaires, les empreintes et moules dominants sont ceux d'une grande Limnée allongée, qu'il faut certainement, comme l'avait fait M. Thirria rapporter au type de la *Limnea longiscata*, Lam., ou *L. pyramidalis*, Brard, type dont le niveau géologique est parfaitement fixé en France dans le bassin de la Seine, et en Angleterre dans l'île de Wight, et qui y caractérise, avec ses nombreuses variétés, les couches de l'éocène supérieur ou de l'époque paléothérienne, depuis le calcaire de Saint-Ouen au moins inclusivement, jusqu'aux marnes blanches de Pantin supérieures au gypse, ou depuis les couches de Headou inférieur jusqu'aux couches supérieures de la série de Bembridge (1).

(1) Dans le bassin de la Gironde également, cette espèce dont les moules existent dans le calcaire lacustre de Plassac près de Blaye, avec ceux des formes généralement associées des *Limnea convexa*, *L. ore-longo* et *Planorbis rotundatus*, appartient à un niveau incontestablement intermédiaire entre le calcaire grossier à *Orbitolites complanata* et le calcaire à Astéries ou miocène inférieur.

Dans ces mêmes calcaires de la Haute-Saône, notamment du côté de Clans, etc., d'autres formes de Limnées, moins allongées, plus ovales, à dernier tour proportionnellement plus grand, s'éloignent, il est vrai, de ce type, et sont plus difficiles à déterminer spécifiquement. Quelques-unes sont extrêmement voisines de la Limnée encore innommée des calcaires de Brunstatt, qui sont eux-mêmes probablement synchroniques de ceux-ci. Les autres se rapprochent des formes (*L. acuminata*, *L. ovum*, etc.) des calcaires ou des sables éocènes du Tremblay ou de la Chapelle Saint-Aubin dans le département de la Sarthe.

D'autres espèces, d'ailleurs, viennent appuyer la conclusion qu'on est amené à tirer de la présence de la *Limnea longiscata*.

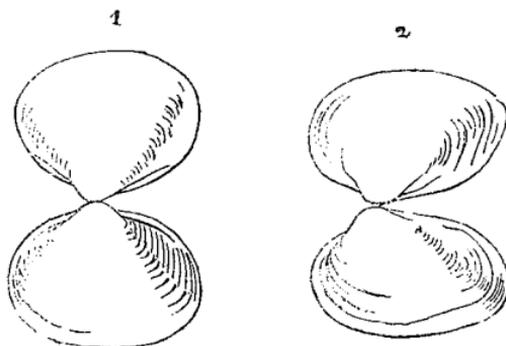
Un petit Planorbe commun dans les calcaires de la Vairve, de Clans, etc., est incontestablement le *Planorbis planulatus*, Desh., caractéristique également de la partie supérieure des sables de Beauchamp, du calcaire de Saint-Ouen et peut-être aussi des marnes à *Limnea strigosa* de Pantin. Le Planorbe le plus répandu d'ailleurs dans ces calcaires n'est pas celui-là, mais un Planorbe de taille moyenne, à tours ronds et peu nombreux, qui se rapproche d'une autre espèce de l'île de Wight, appartenant au même niveau, le *P. oligyratus*, Edw.

Des empreintes, assez rares, mais assez nettes, de Cyclostome allongé ne peuvent se rapporter qu'au *Cyclostoma mumia*, si caractéristique du calcaire lacustre de Saint-Ouen, et qui s'étend depuis le calcaire grossier inclusivement jusque dans le gypse inclusivement, ou peut-être au Cyclostome de Brunstatt, cité sous le nom de *C. Kœchlinianum*, bien voisin du premier. L'état incomplet des moules ne permet pas une affirmation absolue à cet égard.

C'est encore à des espèces de l'éocène supérieur de Paris ou de la Sarthe que je rapporte les empreintes de très-petites Hélices ou de Bithynies que m'offrent les mêmes calcaires (*Helix monilia*, *Bithynia pulchra*, etc.), et parmi ces dernières, particulièrement, une petite espèce ombiliquée, ventrue, encore innommée, que j'ai vue provenant du Tremblay chez M. Deshayes, qui a mis avec sa bienveillance habituelle à ma disposition les ressources de sa collection et de son grand savoir.

Quant aux moules de *Cyclas* ou *Cyrena*? signalés par M. Thirria à Neuville-lès-la-Charité dans un calcaire blanc marno-compacte « probablement inférieur aux calcaires à Limnées » de la même localité, et que M. Perron a retrouvés abondamment et dans un calcaire semblable, épais de 15 à 20 mètres, et passant supérieure-

ment à un calcaire siliceux, à Longeville près de Gy, je ne les ai trouvés identiques avec aucune des espèces que j'ai pu consulter soit du bassin de Paris, soit de l'île de Wight, soit du bassin de Marseille, et ils doivent probablement constituer une espèce nouvelle, sinon deux, dont je donne ici un croquis provisoire et à laquelle revient de droit le nom de *C. Thirriai* que je propose de leur donner.



1 — *Cyclas Thirriai*.
2 — *Id.*, variété.

Je ne sais d'ailleurs si ces calcaires marneux à *Cyclas* constituent véritablement une assise inférieure à celle des calcaires à Limnées ; l'association avec ces bivalves d'une Bithynie que nous allons retrouver plus haut m'en ferait douter (1).

Silex. — Les calcaires de la Vaivre près de Seveux passent supérieurement à des calcaires siliceux, puis à des plaquettes de silex avec *Planorbis planulatus*, tiges entrecroisées de graminées, graines de *Chara* et à des rognons subordonnés de calcaire marneux blanc, présentant quelques fossiles avec le test. Les plaquettes siliceuses sont abondamment répandues également, à la même hauteur approximativement, à Velleuxon, à Igny, etc., et offrent de très-nombreux et très-beaux moules ou tests silicifiés d'une grosse Bithynie qu'il n'est pas difficile de reconnaître pour le *Bithynia plicata*, d'Arch., qui doit nous arrêter un instant.

Le *B. plicata* qui se trouve dans le bassin de Paris, à la butte Saint-Christophe, avec la *Cyrena semi-striata* (d'Arch. et de Vern.,

(1) En effet, j'ai vu sur une belle plaque de calcaire à *Cyclas* de Neuville-lès-la-Charité, qui m'a été communiquée par M. Perron, quelques moules de Bithynie qui reviennent très-bien à *Bithynia Duchasteli*, type, des marnes blanches de Fresnes près de Paris, immédiatement supérieures au gypse, et me porteraient à mettre les *Cyclas* même à ce niveau.

Bull., 2^e série, t. II, p. 336), c'est-à-dire à la base du miocène inférieur, selon la classification la plus généralement adoptée en France, a été maintenue par M. Deshayes comme espèce distincte du *Bithynia Duchasteli*, Nyst, qui est beaucoup plus répandu. Celui-ci se trouve en effet dans le bassin de Paris, dans plusieurs localités, au niveau du calcaire de Brie, au niveau des marnes à *Cythérées*, et enfin un peu plus bas, à Fresnes notamment, au niveau des marnes à *Limnea strigosa* de Pantin, au-dessus de la première masse de gypse (voy. Hébert, *Bull.*, 2^e sér., t. XVII, p. 801, 810) (4). Le *Bithynia* des plaquettes siliceuses de la Haute-Saône est toujours fortement plissé, de forte taille, ventru, pas toujours tronqué, souvent même à spire aiguë. Il se distingue bien du type du *B. Duchasteli*, et je pense qu'il peut en effet constituer avec la forme de la butte Saint-Christophe une espèce à part.

En outre du *B. plicata*, les plaques siliceuses de la Haute-Saône contiennent plusieurs autres espèces de Bithynies à étudier, et notamment l'espèce ombiliquée du Tremblay qui se trouvait déjà dans les calcaires à *Limnea longiscata*.

Quant aux graines de *Chara*, qui se trouvent dans le calcaire siliceux jaune de la Vaivre, dans le calcaire marneux blanc supérieur de la même localité, dans les silex bruns subordonnés au calcaire lacustre de Noidans le Ferroux, etc., MM. Ad. Brongniart et Schimper qui ont bien voulu les examiner y ont reconnu le *C. medicaginula*, Br., variété minor, peut-être le *C. tuberculata*, Lyell, et très-probablement le *C. Meriani*.

Le *C. medicaginula* type est caractéristique, comme on le sait, des meulières de Montmorency et monterait même peut-être plus haut dans le miocène. Cependant il a été cité dans le calcaire de Saint-Ouen (Ch. d'Orbigny, *Bull.*, 2^e sér., pl. VII, p. 161), et les géologues anglais (voy. Forbes, *loc. cit.*, p. 159, 161) admettent cette espèce dans les couches paléothériennes de Bembridge, et inférieurement dans celles de Headon où elle serait commune. Quant au *C. tuberculata*, on le trouverait dans toute la série de l'île de Wight, depuis Hampstead jusqu'à Headon, son principal

(4) En dehors de la France il est abondamment répandu en Belgique, à Klein-Spawen, Vieux Jonc, Tongres, c'est-à-dire dans le rupélien inférieur et dans le tongrien supérieur de Dumont, et en Angleterre dans l'île de Wight, dans les couches supérieures de Hampstead, avec la *Cyrena semistriata*, etc. En somme, c'est une espèce caractéristique de la base du miocène inférieur et de l'éocène tout à fait supérieur.

niveau étant d'ailleurs à Bembridge. Enfin le *C. Meriani* très-répandu aux environs de Bâle (à Lôrrach, etc.), et dans la Suisse, appartiendrait au miocène inférieur et moyen.

Toutes ces données, résultant de l'étude des fossiles des silex, mollusques ou végétaux, concourent à nous faire reconnaître que nous avons ici un étage paléontologique différent de celui des calcaires et plus récent ; et cette conclusion est d'accord avec la donnée stratigraphique qui les montre à la partie supérieure de la formation.

En résumé, d'après les inductions paléontologiques et malgré quelques incertitudes, on est amené à reconnaître que la masse des calcaires lacustres de la Haute-Saône, dont la localité de la Vaivre, près de Seveux, offre un bon type fossilifère, est caractérisée par la présence de la *Limnea longiscata* et du *Planorbis planulatus*, et qu'elle doit, par conséquent, être classée dans le terrain tertiaire éocène, et nous ajouterons, dans le *terrain tertiaire éocène supérieur*, sans prétendre donner plus de précision à notre classification, l'aire géologique des espèces caractéristiques que nous avons reconnues étant trop étendue pour cela et pouvant correspondre dans le bassin de Paris, pris pour terme de comparaison, à la fois à la masse du gypse, aux calcaires qui le supportent et à ceux qui le terminent. Le bassin lacustre de la Haute-Saône était donc synchronique très-probablement des bassins lacustres si voisins du Suntgau, en Alsace, et des dépôts sidérolitiques et paléothériens du Delsberg, dans le Jura, de la Souabe et du Wurtemberg ; il faisait partie de ce grand système de lacs et d'étangs, répandus alors autour du plateau central et du massif des Vosges, et il présente, par ses fossiles, d'intéressantes relations avec le bassin éloigné de la Sarthe. Ce dépôt, qui semble reposer directement sur les calcaires jurassiques (1), est surmonté, à son tour, par d'autres dépôts généralement siliceux, qui renferment une faune en partie différente, caractérisée par le *Bithynia plicata* et par des graines de *Chara* de plusieurs espèces, qui doivent les faire ranger très-probablement dans le miocène inférieur.

J'ai résumé d'ailleurs, dans le tableau suivant, l'étude que j'ai faite des fossiles répandus, soit dans les calcaires lacustres, soit dans les plaques siliceuses du département. Plusieurs de ces dé-

(1) D'après des indications que je dois à M. Perron, il y aurait cependant à Angirey, au-dessous des calcaires, un conglomérat plus ancien.

FOSSILES DES CALCAIRES LACUSTRES ET DES SILEX TERTIAIRES DE LA HAUTE-SAONE

776

SÉANCE DU 25 JUIN 1866.

ESPÈCES.	LOCALITÉS.	LOCALITÉS ÉTRANGÈRES.	NIVEAUX GÉOLOGIQUES.
<i>Helix monilia</i> , Desh.	Noidans-le-Ferroux, dans le calcaire gris, a. r.	Beauchamp	Sables moyens supérieurs.
— <i>H. labyrinthica</i> , Say?	Id.	Headon hill	Id.
<i>Pupa</i> ?	La Vairre, dans les calcaires compacts, c.	Brunstatt?	?
<i>Limnea longiscata</i> , Brong., type.	La Vairre, c. c. dans les calcaires	Paris, Ludes, le Tremblay, Plus-sac, île de Wight.	Éocène supérieur.
— <i>pyramidalis</i> , Brard	Id.	Id., id.	Id.
— <i>acuminata</i> , Brong.?	La Vairre, dans les calcaires supérieurs; Noidans, Clans, dans les calcaires gris, c.	Paris, Sarthe	Sables moyens supérieurs.
— <i>palustris fossilis</i> ?	Noidans, dans les silex à <i>Chara</i> , etc.		
— sp.?	Noidans, dans les silex à <i>Chara</i> , etc.	Paris	Éocène supérieur.
<i>Planorbis planulatus</i> , Desh.	La Vairre, c. dans les calcaires compacts et dans les calcaires siliceux; Clans, c. c. dans les calcaires gris.	Paris	Éocène supérieur.
— <i>oligyratus</i> , Edw.?	La Vairre, Clans, c. c.	Île de Wight (Bembridge-Series).	Id.
— <i>obtusius</i> , Sow.?	Noidans, r.	Id., id.	Id.
<i>Cyclostoma mumia</i> , Lam.	La Vairre, a. c.	Paris, Sarthe, île de Wight (Bembridge).	Id.
<i>Bithynia plicata</i> , d'Arch.	Vellexon, Igny, dans les plaquettes siliceuses, c. c.; Longevelle, dans un calcaire marneux blanc.	Butte Saint-Christophe.	Miocène inférieur.
— <i>Duchasteli</i> , Nyst.	Neuve-lès-la-Charité, dans le calc. marneux à <i>Cyclas</i>	Paris, Belgique, île de Wight.	Miocène infér. et éocène supér.
— nov. sp.	Vellexon, type dans les plaq. siliceuses, c. c.; La Vairre, id., et var. dans les calc. compacts, c.; Clans, id.	Le Tremblay (Sarthe).	Éocène supérieur.
— <i>pulchra</i> , Desh.	La Vairre, dans les calcaires, c.; Longevelle et Vellexon, dans les calcaires siliceux, c.	Paris (Mortefontaine, etc.).	Sables moyens supérieurs.
— <i>B. pyramidalis</i> , Desh.?	Igny, dans le calcaire siliceux.	Paris.	Éocène supérieur.
— <i>Dubuissoni</i> , Bouill.?	Clans, dans le calcaire gris, r.	Étampes, Saucats, Aurillac, Hochheim, Carnetin et Klein-Spawen (<i>in</i> Desh.).	Miocène inférieur et miocène moyen.
<i>Sphærium</i> ? <i>Thirriai</i> , nov. sp.	Neuve-lès-la-Charité, Longevelle, dans un calcaire marneux blanc.		
<i>Chara medicaginula</i> , Brong., var. <i>minor</i>	La Vairre, dans le calc. compacte, r.; et dans le calc. siliceux, c.; Noidans-le-Ferroux, dans les silex bruns.	Montmorency, Saint-Ouen? île de Wight.	Miocène moyen, miocène inférieur? et éocène supérieur.
— <i>Meriani</i> , Br.	La Vairre, dans le calcaire marneux supérieur.	Bâle, Suisse, etc.	Miocène infér. et mioc. moyen.
<i>Cypris</i>	Neuve-lès-la-Charité, dans les couches à <i>Cyclas</i> (d'après Thirria).		

terminations sont provisoires; mais elles pourront aider plus tard à la connaissance complète de cette faune, qui compte déjà une vingtaine d'espèces.

Argiles à Mastodontes. — Les terrains éocène et miocène inférieur que nous venons de reconnaître dans la Haute-Saône sont surmontés, à leur tour, par un grand dépôt bien connu d'argiles avec concrétions calcaires et minerais de fer à la partie inférieure, qui s'étend transgressivement par lambeaux bien au delà des limites du premier bassin lacustre, sur les collines jurassiques qui l'entourent. Ce sont ces dépôts de minerais de fer que M. Thirria avait d'abord rangés en partie dans le terrain crétacé (1) et que d'autres auteurs ont assimilés aux dépôts *sidérolitiques éocènes* des régions voisines de l'Alsace ou du Jura (v. Benoît, *Bull.*, 2^e série, t. XV, t. XVI, etc.). Cette classification, qui n'avait pas été adoptée par les auteurs de la *Carte géologique de la France*, et qui a été déjà combattue (v. Coquand, *Bull.*, 2^e sér., t. XII, p. 395; Jourdan, *Compt. rendus Acad. Sc.*, 1856; Virlet et Lartet, *Bull.*, 2^e sér., t. XV, p. 445 et suiv., etc.), est contredite par la paléontologie, dont les indications doivent faire ranger ces dépôts parmi ceux de l'époque tertiaire supérieure. Les terrains sidérolitiques de la Haute-Saône, si l'on veut les appeler ainsi, sont des sidérolitiques *pliocènes*. C'est en effet dans ces argiles ferrifères, à la base du dépôt, qu'on a trouvé fréquemment, autour de Gray, les débris des Mastodontes et des Rhinocéros caractéristiques de cette époque. Rien ne s'oppose assurément à ce que l'on rencontre dans la Haute-Saône des minerais de fer en place dans les dépôts tertiaires inférieurs, et réellement subordonnés à ces calcaires lacustres que ce travail même a pour but de faire considérer comme éocènes et de l'époque paléothérienne probablement; et ce serait là les vrais dépôts sidérolitiques synchroniques des dépôts semblables qui ont offert, en Suisse et ailleurs, la faune des mammifères caractéristiques de cet âge. Nous verrons même que dans la Côte-d'Or, dans le voisinage de l'arrondissement de Gray, il y a des minerais qui prennent peut-être précisément ce rang. Mais, jusqu'à présent, dans la Haute-Saône proprement dite, ces argiles à minerais de fer semblent une formation bien postérieure aux calcaires lacustres qu'ils ont ravinés, pénétrés (comme on le voit très-bien dans la grande tranchée du chemin de fer de Vesoul à Gray, entre Montle-Vernois et Noidans) et débordés d'une façon indépendante

(1) M. Thirria est revenu lui-même sur cette première opinion (*Ann. min.*, 1854).

pour s'étendre jusque dans la partie septentrionale du dépôt de la Côte-d'Or et jusque dans la plaine de Dijon. Et l'âge de ce dépôt est ensuite nettement donné par les débris de mammifères qui y ont été rencontrés et dont on ne peut pas expliquer, par un remaniement, la présence constante et exclusive au même niveau. Voici, en effet, d'après les Musées de Gray et de Dijon, les seules espèces qui aient jamais été trouvées dans les minerais et les noms des nombreuses localités où elles l'ont été :

- Mastodon arvernensis*, Croiz., Job. — Loc., Pesmes, Valay, Mont-Le-Franoy, Oyrières, Nantilly, Chantonay, Poyans, Montureux, Larzy Saint-Martin, Gray, Autrey.
 — *Borsoni*, Hays. — Loc., Autrey.
Rhinoceros megarhinus, Christ. — Loc., Autrey.
Cervus..... — Loc., Valay, Autrey.

Les deux Mastodontes et le Rhinocéros précités ont été trouvés ensemble et dans une association semblable dans les alluvions sous-volcaniques inférieures de l'Auvergne et du Velay. Les deux Mastodontes se trouvent ensemble à Asti, dans les dépôts subalpennins. Le Mastodonte *arvernensis* a été rencontré en Angleterre dans le crag de Suffolk et de Norwich. En un mot, ces trois espèces, qui sont répandues en outre dans toute l'Europe orientale et peut-être en Asie, sont considérées comme caractéristiques de l'époque pliocène ou pléistocène ; il suffit de le rappeler (v. Lartet, *Bull.*, 2^e sér., t. XVI, p. 485, 495, et *Note sur les Proboscidiens fossiles*, etc.), et leur présence simultanée et exclusive dans les minerais de fer de la Haute-Saône entraîne le classement de ces derniers dans l'époque tertiaire supérieure.

Enfin, ces argiles à minerais sont surmontées, dans l'arrondissement de Gray tout au moins, par un dépôt sableux supérieur, stratifié et contourné, qui a creusé et raviné leur surface, et que j'ai eu l'occasion de voir avec M. Perron dans les récentes tranchées du chemin de fer de Gray à Besançon. Ce dépôt semble étranger et postérieur à l'époque tertiaire ; nous n'en dirons rien, non plus que des dépôts de gravier gris quartzeux qui sont accolés à une certaine hauteur le long de la vallée de la Saône et qui se relie peut-être aux graviers à *Elephas primigenius* du fond de la vallée. Nous ne parlons ici de ces dépôts post-tertiaires que pour mémoire, ne les ayant pas suffisamment étudiés.

CÔTE-D'OR.

M. Payen, chargé en 1838 des travaux préparatoires de la carte

géologique de la Côte-d'Or, n'avait reconnu dans la grande plaine Dijonnaise, en dehors des terrains secondaires, que les dépôts d'alluvions qui accompagnent les rivières et les ruisseaux. Les îlots de terrain plus élevé laissés libres entre les cours d'eau appartenaient encore d'après lui aux terrains secondaires, les calcaires au Portland-stone, et les terrains arénacés et les argiles à minerais de fer au grès vert, « d'après la connexion avec les terrains analogues de la Haute-Saône, » ainsi classés à cette époque (*Les deux Bourgognes*, 1838).

M. Rozet est le premier qui ait reconnu (*Bull.*, 1^{re} sér., vol. IX, 1838, et *Mém. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t., IV, 1840) qu'une partie de ces calcaires prétendus portlandiens, avec minerais de fer intercalés, étaient des calcaires lacustres tertiaires. Il confondait d'ailleurs cette formation d'eau douce, ou du moins il la croyait « intimement liée », avec la grande masse de terrain de transport qui la surmonte et qui remplit toute la vallée.

Plus tard, M. Payen adopta ces idées, et M. de Christol et lui contribuèrent à la reconnaissance géographique de ces lambeaux épars dans le nord-est du département (*Journ. d'agric. de la Côte-d'Or*, t., XIII, p. 187).

La carte géologique de la France vint ensuite (1841), qui traça avec sa netteté ordinaire et par des considérations générales la limite des terrains tertiaires et des terrains quaternaires. Ceux-ci comprirent toutes les alluvions basses, graviers etc, de la vallée principale de la Saône et de ses petits affluents; au contraire, tous les dépôts calcaires, argileux ou autres, ménagés comme des îles plus anciennes par les sinuosités de ces alluvions récentes en rapport avec le cours actuel des eaux, furent rangés en masse dans la vaste formation tertiaire supérieure ou pliocène, sous le nom « d'alluvions anciennes de la Bresse. »

En 1853, M. Guillebot de Nerville (*Légende explicative de la carte géologique de la Côte-d'Or*) fit faire un pas important à la classification de ces terrains, en démembrant des alluvions anciennes de la Bresse, et en rangeant dans l'époque tertiaire moyenne, 1^o un dépôt fort intéressant de « conglomérat lacustre » avec Hélices et Cyclostomes des environs de Dijon, 2^o les lambeaux de calcaire lacustre voisins et les minerais de fer intercalés qu'avait signalés M. Rozet, et 3^o des dépôts argileux et sableux subordonnés, fort difficiles à distinguer des dépôts semblables plus récents. Il traça en outre les contours de ces différents dépôts avec la précision absolue qu'exige la confection d'une carte géologique.

Depuis le travail de M. G. de Nerville, nous n'avons à citer qu'une notice de M. J. Bilié, *Sur quelques dépôts lacustres au sud-est de Dijon*, premier essai de géologie paléontologique sur ces terrains, à propos d'un petit dépôt coquillier observé dans les sablières de Saulon-la-Rue, et concluant à mettre ce dépôt au niveau du loess du Rhin, et le travail tout récent et tout spécial de M. G. de Saporta sur les empreintes végétales de Brognon, déjà mentionné.

Enfin, quoique se rapportant à des faits observés en dehors des limites administratives du département, mais comme rentrant tout à fait dans le cadre de cette étude, nous rappellerons : 1° la note déjà ancienne publiée par M. Canat dans le *Bulletin de la Société*, 2^e série, t., IV, 1847, sur les terrains de la plaine Châlonnaise, et contenant quelques coupes des dépôts traversés par le chemin de fer de Dijon à Châlon-sur-Saône et des indications paléontologiques sur les fossiles trouvés dans ces tranchées, et 2° la carte géologique de Saône-et-Loire, par M. Manès, même année, pour cette même partie.

Tel est l'état de la question, qu'on peut considérer comme résumée de la manière suivante dans la carte géologique de M. G. de Nerville, qui est le plus récent travail d'ensemble sur cette partie de la vallée, et qui doit servir de point de départ pour les études ultérieures, bien qu'on ait à regretter la brièveté des explications de la légende qui l'accompagne.

Dépôts miocènes. — Composés de conglomérat à Hélices, de calcaires lacustres avec minerais de fer et de sables tertiaires subordonnés, occupant presque à eux seuls au nord-est de Dijon tout l'espace triangulaire compris entre le littoral jurassique et crétacé du bassin, le cours de la Saône et la ligne des alluvions réunies de l'Ouche et de la Tille.

Dépôts pliocènes. — Comprenant, au sud de cette ligne, tous les dépôts sédimentaires « alluvions anciennes de la Bresse », qui s'étendent au pied de la côte jusqu'à la Saône, entre les cours d'eau actuels, vaste remblai lacustre s'étant opéré sous des influences diverses.

Dépôts quaternaires — ou *dépôts diluviens superficiels*, les uns vosgiens, les autres alpins, étendus à la surface des terrains de la Bresse et principalement des dépôts voisins de la Haute-Saône, ou qui s'observent dans les crevasses et anfractuosités des pentes de la montagne jurassique.

Enfin, *période actuelle et alluvions récentes* — en rapport avec le cours actuel des eaux; pas de paléontologie; aucun fossile cité;

seulement une indication vague de rapports entre les Hélices et les Cyclostomes du conglomérat et « ceux de certaines parties du terrain tertiaire d'Aix en Provence. »

Nos études sur tous ces terrains et sur les fossiles assez nombreux que nous avons observés, soit à l'état de moules, soit avec le test, nous ont amené à quelques résultats différents que nous allons présenter sommairement, réservant pour un travail additionnel les détails paléontologiques et descriptifs nécessaires.

Éocène. — Nous reportons dans la division de l'*éocène supérieur*, sans pouvoir préciser davantage pour le moment, les divers lambeaux de calcaire lacustre compris entre la Saône et la Tille, enchevêtrés dans d'autres lambeaux des terrains créacé et portlandien de cette région, à des altitudes variées, qui descendent à Talmay, dans le thalweg de la vallée, au niveau de la prairie de la Saône, 190-185 mètres, et s'élèvent au calvaire de Vesvrottes et au sommet de la butte de Belleneuve, où ils reposent directement sur la craie, jusqu'à 260 mètres environ ; il y a là, dans les relations des calcaires tertiaires et des calcaires secondaires et des calcaires tertiaires mêmes entre eux, des questions de stratigraphie à éclairer et peut-être des sous-étages différents à reconnaître en rapport avec ces différences d'altitude.

Nous sommes déterminé à ce classement :

1^o Pour ce qui est du calcaire de Talmay — par la présence, dans ce calcaire, d'une espèce fréquente et bien conservée de grand Planorbe qui appartient incontestablement à ce type polygryé, à tours serrés, qui est caractéristique des dépôts lacustres éocènes tout autour du plateau central et des Vosges, et qui comprend diverses formes plus ou moins évasées, plus ou moins ombiliquées, qu'il est souvent difficile de distinguer malgré les divers noms qu'elles ont reçus : *Planorbis pseudo-ammonius*, Woltz, en Alsace, *P. Leymeriei*, *P. pacyasensis*, Desh., dans le bassin de Paris, *P. ammonitifomis*, M. de Serr., *P. Riquetianus*, *P. castrensis*, Noul., etc., dans le midi. Le Planorbe de Talmay se rapporte plus particulièrement au *P. pseudo-ammonius* des calcaires à Lophiodon de Bouxviller, et cette détermination ferait ranger ces calcaires de Talmay sur l'horizon du calcaire grossier supérieur, d'après les géologues français (Gervais, *Zool. et paléont. franç.* ; Hébert, *Comptes rendus, Ac. sc.*, 1862, vol. 54 et vol. 55 ; Michelot, *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXI ; Deshayes, etc.). Si cette espèce n'était pas, en définitive, aussi voisine, pour ne pas dire davantage, de celles qui, dans le midi de la France, accompagnent la faune paléothérienne de l'Aude (*P. Riquetianus*,

et *P. castrensis*, in Noulet, et *Mém. coq. foss.*, 1854, *Mém. Ac. sc. Toulouse*, 1863, 6^e sér., t. I) (1). Les calcaires de Talmay n'ayant pas, jusqu'à présent, fourni d'autres fossiles que ce grand Planorbe, ce fossile unique ne suffit donc pas peut-être pour qu'on puisse affirmer que ces calcaires représentent plutôt ici le calcaire grossier supérieur que l'étage gypseux (quoi qu'on puisse dire que ce sont les dépôts lacustres les plus bas situés de la vallée, puisqu'ils descendent au niveau de la prairie à 185 mètres environ); mais il suffit pour nous autoriser à détacher certainement ce premier lambeau du groupe des terrains miocènes.

2^o Pour ce qui est des calcaires du calvaire de Vesvrottes, près de Beire-le-Châtel, et de la butte de Belleneuve — par la présence dans ces calcaires des *Limnea longiscata* et *L. inconspicua*, Desh., et du *Planorbis planatus*. Noul., espèce du type du *P. solidus*, Thom., des terrains miocènes, mais fréquente dans les calcaires de l'éocène supérieur du sud-ouest et qui se rencontre notamment dans les calcaires à *Paloplotherium unnectens* du bassin du Tarn (Noulet, *Mém. Ac. sc. Toulouse*, 1860, 5^e série, t. IV). Ces trois espèces, auxquelles il faudrait joindre, d'après la collection du musée de Dijon, le *Planorbis pseudo-ammonius*, qui aurait été trouvé également à Vesvrottes, doivent faire ranger ces calcaires dans la division tertiaire inférieure certainement, dans l'étage gypseux peut-être. Elles sont associées à quelques autres espèces, mal conservées malheureusement en général, mais qui se rapprochent des formes éocènes connues ailleurs autant qu'on en peut juger, Limnées, qui rentrent dans les formes si nombreuses des espèces de l'île de Wight ou du sud-ouest de la France, petit Planorbe, voisin du *P. obtusus*, Sow.? *Helix*, voisine de l'*H. olla*, M. de Serr.? Paludine, voisine de *P. soricinensis*, Noul.?, mais plus petite et probablement nouvelle, petit *Sphaerium* indéterminé (2).

De ce classement, il suit que nous considérons ces lambeaux

(1) La faune malacologique de Bouxviller elle-même a été mise, par M. Sandberger, avec celle d'Abstadt (Bade) et de Castelnaudary, au niveau de la faune paléothérienne de Bembridge (*Quarterly Journ.*, t. XVIII, p. 334).

(2) Le calcaire siliceux de Magny offre de nombreuses traces de très-petits Planorbes et d'une Limnée de taille moyenne ou petite, indéterminables à cause de la nature de la roche. Cependant le petit Planorbe est peut-être le même que celui de Vesvrottes mentionné plus haut, et la Limnée est certainement dans un type allongé, qui n'est pas le type miocène. C'est tout ce que nous en pouvons dire.

de calcaire lacustre qui séparent les petits bassins des ruisseaux entre la Tille et la Saône comme des témoins restés en place des premiers dépôts lacustres de la région, postérieurement ravinés par le transport des terrains suivants qui les entourent ou qui les avoisinent à des altitudes souvent égales ou supérieures.

Il s'ensuit incidemment que les minerais de fer pisiforme non remaniés, qui sont enclavés dans la masse même de ces calcaires (notamment au calcaire de Vesvrottes), d'après les affirmations répétées de MM. Rozet, Thirria (*Ann. min.*, 1851) et G. de Nerville (*loc. cit.*), affirmations que l'état actuel des lieux et l'abandon des exploitations ne nous ont pas permis de bien vérifier, seraient bien ici, et ici seulement, de l'âge des dépôts sidérolitiques paléothériens de la Suisse, etc.

Miocène. — Par suite de cette élimination, nous ne maintenons dans le groupe miocène que la formation du « *conglomérat à Helices* » qui forme d'abord une masse large et continue tout le long du rivage jurassique depuis le débouché de la vallée de l'Ouche près de Dijon jusqu'à la Tille, et qui, au delà de la Tille, se retrouve encore par lambeaux autour des petites masses de calcaire éocène jusque dans les tranchées du chemin de fer de Gray, entre Talmay et Essertenne, près de la Saône. Ce dépôt, qui a le plus souvent le caractère d'un dépôt de transport caillouteux plus ou moins violent, tantôt désagrégé, tantôt fortement cimenté et tout à fait bréchoïde (brèche de la marbrière près d'Arceau), toujours avec un faciès rouge qui rappelle singulièrement certains dépôts analogues du midi de la France ou de la Suisse, et accidentellement seulement le caractère d'un dépôt plus calme, opéré par précipitation (calcaires de Varois, de Brognon, etc.), ce dépôt s'observe, dans cette étendue, à des altitudes plus variées encore que le dépôt précédent et échelonnées depuis le bord du bassin jusqu'au centre, puisque, étant à la gare de Dijon à 260 mètres environ, il s'élève à Asnières d'après M. G. de Nerville jusqu'à la cote remarquable de 356 mètres, pour redescendre à 260-250 mètres à Brognon, à 235-230 mètres sur les bords de la Tille, entre Arceau et Beire-le-Châtel, à 240 mètres autour de Vesvrottes et de Belle-neuve, à 220 mètres près de Mirebeau, et à 210-200 mètres près de Talmay. Agent puissant de ravinement, il a lui-même ensuite subi l'action tout aussi puissante des ravinements postérieurs et des mouvements géologiques qui ont constitué le relief actuel du pays et qui sont attestés, non-seulement par ces altitudes variées des affleurements, mais encore par une faille intéressante que notre confrère, M. J. Martin, nous a fait observer à la gare de

Dijon, où le conglomérat tertiaire est relevé contre le bathonien renversé, et dont il doit donner la description dans un travail spécial.

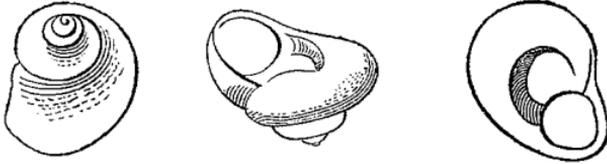
Paléontologiquement, ce conglomérat, souvent riche en coquilles uniquement terrestres, Hélices et Cylostomes, est caractérisé par la présence dominante de l'*Helix Ramondi*, Brongn., type et variétés, espèce caractéristique, sinon du calcaire de la Beauce, où elle est au moins fort rare (4), du moins des calcaires lacustres correspondants en Auvergne, où son type a été établi (Brongn., *Ann. Mus.*, t. XV), en Aquitaine (Noulet, *Mém. coq. foss. du S.-O.*, 1854, Tournouër, *Compt. rend. Ac. sc.*, 1865) où elle forme un très-bel horizon dans plusieurs départements, en Languedoc, à Narbonne (Noulet, *Mém. Ac. sc. de Toulouse*, 1858, etc., Matheron, *Recherches compar.*, 1862), en Provence, dans le bassin de Marseille (Matheron, étage V, *ibid.*), en Suisse, près de Lausanne et d'Yverdon, dans l'étage de la mollasse grise ou aquitaniennne (Renevier, Laharpe, Mayer, Heer, *passim*), dans le Jura, à Délémont, dans le groupe fluvio-terrestre moyen correspondant de M. Greppin (Greppin, *Délim.*, 1855), et dans le bassin de Mayence, dans le Landschneckenkalken et le Ceritienkalken de M. Sandberger (Sandberger, *d. Mainzer Tertiärbeck.*, 1863).

Cette espèce remarquable est donc caractéristique de la *partie moyenne du terrain miocène* pour les auteurs français, étage aquitaniennne pour les auteurs suisses, oligocène supérieur *pro parte* pour les allemands; c'est là son niveau le plus constant, entre l'horizon des sables de Fontainebleau et celui des faluns proprement dits (faluns de Touraine ou de Léognan), quoiqu'elle puisse descendre plus bas et qu'elle ait sans doute apparu plus tôt en Aquitaine (mollasse de Dieupentale, Noul., calcaire de Mauvezin, nob.) et en Suisse (mollasse rouge de Necker, etc.); en un mot, elle semble accompagner assez exactement le développement du grand genre *Anthracotherium*, quelles qu'en soient les limites géologiques. C'est l'*Helix* de la faune anthracothérienne, comme la *Limnæa longiscata* est la Limnée de la faune paléothérienne.

(4) L'*Helix Ramondi*, citée par M. Deshayes et dans les calcaires de l'Orléanais (à Montabuzard, Neuville-aux-Bois, etc.), est au moins douteuse; mais nous en avons trouvé personnellement des empreintes incontestables près de Trappes (Seine-et-Oise), dans un calcaire jaune immédiatement supérieur aux sables de Fontainebleau et inférieur aux meulièrees du plateau.

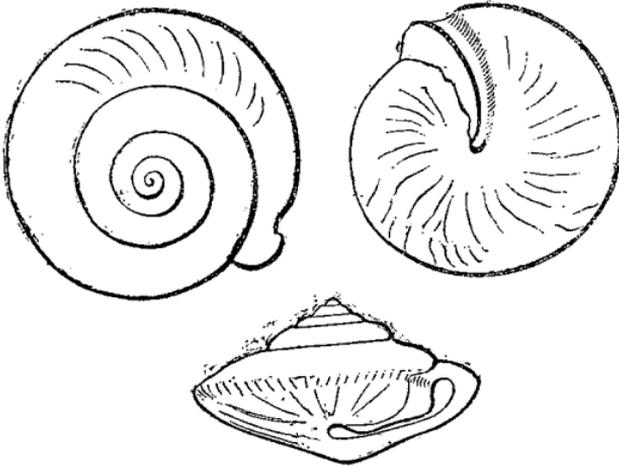
L'*Helix Ramondi* entraîne le classement dans la faune miocène de toutes les autres coquilles, une douzaine d'espèces environ, qui lui sont associées dans le conglomérat, et parmi lesquelles il faut noter plusieurs Cyclostomes nouveaux et intéressants, tous du groupe, ou très-voisins du groupe des *Otopoma* actuellement vivants des bords de l'océan Indien, et qui seront décrits par M. J. Martin.

Cyclostoma divionense, J. Martin



et plusieurs Hélices nouvelles, entre autres une grande espèce assez répandue à Arceau et à Talmay, du groupe particulier des Hélices à bouche étranglée de la Jamaïque, que nous décrirons sous le nom de :

Helix Lucani (nucleus).



En outre de ces espèces certainement nouvelles, nous trouvons encore dans cette faune: l'*Helix gallo-provincialis*, Math., du bassin d'Aix (étage V, Math., *Rech. comp.*), et peut-être des variétés de *H. phacodes*, Thom., *H. osculum*, Thom., *H. rugulosa*, Mart., et *H. deflexa*, Braun, quatre espèces d'Allemagne qui appartiennent à l'horizon du *Ramondi*. Malheureusement, nous ne les avons trouvées encore qu'à l'état de moules intérieurs.

Nous avons détaché, avons-nous dit, du groupe du conglomérat miocène les calcaires lacustres situés sur la rive gauche de la Tille; nous y maintenons au contraire, comme faciès accidentel, le calcaire concrétionné à empreintes végétales de Brognon, situé sur la rive droite de la même petite rivière, et atteignant à peu près la même altitude (260 mètres), et cela par les raisons paléontologiques déduites par M. G. de Saporta de l'étude de cette flore. Ces raisons sont d'ailleurs appuyées par cette observations de fait, que l'on voit ce calcaire passer en plusieurs points (carrière du Bouloy, carrière de Flacey) au conglomérat qui y est réellement intercalé (ce que nous n'avons pas observé dans les calcaires de la rive gauche) et par des considérations théoriques qui n'empêchent pas de considérer comme contemporaines, ou à peu près contemporaines, la faune de l'*H. Ramondi* et la flore de Brognon. En effet, le *Flabellaria latiloba*, qui la caractérise d'après M. de Saporta, se trouve en Suisse, dans le seul gisement qui en soit connu (v. Heer, *Rech. sur le climat tertiaire*, etc., pag. 20), c'est-à-dire dans la mollasse rouge du canton de Vaud, associé au *Sabal major* et au *Sabal Hœringiana*, deux espèces répandues dans la flore tertiaire européenne, et dont l'horizon, étudié comparativement à celui de l'*Helix Ramondi* en Suisse, en Alsace, en Provence, en Languedoc et dans l'Aquitaine (v. Heer, de Saporta, Noulet, *loc. cit.*), est celui du tongrien et de l'aquitainien, c'est-à-dire un horizon un peu inférieur peut-être ordinairement à l'horizon principal de l'*H. Ramondi*, mais très-généralement (1) supérieur au niveau ordinaire de la faune paléothérienne. En attendant la découverte dans ces calcaires de Brognon de quelque espèce de mollusques décisive qui nous a manqué, nous croyons qu'on ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité en les rapprochant du conglomérat à Hélices, ou en les mettant peut-être à la base du même groupe, à cause de certaines espèces franchement tongriennes (dans le sens étendu du mot tongrien que lui donnait Dumont, non d'Orbigny), qui y sont signalées. Il est clair que ces classements, que nous proposons par des inductions paléontologiques basées sur un petit nombre d'espèces animales ou végétales dont l'aire géologique est souvent assez étendue et oscille entre des limites assez larges, ne peuvent pas prétendre à une rigueur absolue.

Pliocène. — Nous portons naturellement dans le terrain tertiaire

(1) Le *Sabal major* a été cité une seule fois, à ma connaissance, en association avec la faune paléothérienne (Noulet, *Éoc. sup. du Tarn*, *Mém. Ac. sc. Toulouse*, 1863).

supérieur ou pliocène : 1° les « minerais de fer remaniés » épars dans la plaine tertiaire, qui ne sont que le prolongement des argiles et des minerais à Mastodontes de la Haute-Saône, et où l'on a trouvé les mêmes grands mammifères caractéristiques : *Mastodon arvernensis*, à Drembon (Musée de Dijon) et autres lieux (coll. Fac. sc. de Dijon); *M. Borsoni*, à Chevigny-Saint-Sauveur, près de Dijon (mâchoire inférieure, Musée de Dijon), et à Crimolois-Fauverney (musée de Lyon) (voir aussi dans les collections des archives départementales deux magnifiques défenses de Mastodontes, provenant du département, sans indication précise de la localité).

C'est probablement à ces dépôts de minerai de fer qu'appartient une grande espèce d'*Helix* des environs de Fontaine-Française que j'ai vue dans la collection de notre confrère J. Martin, et qui, par sa taille et d'autres caractères, rappelle au premier coup d'œil l'*H. Chaixii* des marnes de Hauterive (Drôme). Cependant l'état incomplet des exemplaires ne permet pas d'affirmer cette identité.

Ces minerais à Mastodontes de la Haute-Saône et de la Côte-d'Or se relieut chronologiquement au gisement de Cheilly, à l'ouest de Chagny, département de Saône-et-Loire, sur la frontière de celui de la Côte-d'Or, et dans la petite vallée de la Dheune avant son débouché dans la plaine. Dans le fond de ce vallon qui est encaissé entre des montagnes liasiques, et près de la jonction de la Dheune et de la Cozanne, le chemin de fer de Chagny à Monceaux-les-Mines a traversé, à 230-240 mètres d'altitude, un conglomérat pliocène à éléments provenant des montagnes voisines (voy. plus loin, p. 797, la coupe de la vallée); et dans cette tranchée ont été trouvés (coll. Loydreau) : *Mastodon arvernensis* et *M. Borsoni*, avec *Rhinoceros*, sp.?, *Tapirus*, sp.?, et *Equus*, sp.?, (1).

2° Est-ce dans ce groupe qu'il faut mettre aussi les gisements d'*Elephas meridionalis* de la région? Les molaires appartenant au type de cette espèce sont assez répandues dans les collections publiques ou privées; j'en ai vu données comme provenant de Marcilly, près d'Is-sur-Tille (Musée de Dijon) et de Fontaine-Française (coll. Lucan); beaucoup n'ont pas d'étiquettes, mais le plus

(1) Sur une dent de *Mastodon angustidens*, trouvée dans la tranchée de Corcelles, entre Chagny et Chalon-sur-Saône (voy. Canat, *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. IV, p. 4090), je ne puis rien dire, n'ayant pas vu la pièce, si ce n'est qu'il n'y a aucun exemple, de moi connu jusqu'à présent, dans la région, de Mastodonte *miocène*.

grand nombre provient avec certitude des tranchées du chemin de fer de Lyon, près de Chagny, à la jonction de la côte et de la plaine, à 220 mètres environ d'altitude (musée de Beaune, coll. Loydreau, etc.). On a trouvé, dans ces argiles jaunes, avec l'*E. meridionalis* type, des molaires d'*E. antiquus*? de *Rhinoceros* (non *R. tichorinus*) et d'*Equus*. Ces gisements doivent-ils être mis à côté des gisements de Mastodontes précités, au même niveau? C'est probable, d'après la classification généralement adoptée pour cette espèce, qui est regardée comme pliocène en Italie, en Auvergne, à Chartres, etc., et d'après cette considération locale, que les gisements cités plus haut appartiennent, comme ceux des Mastodontes, au pourtour extérieur du grand bassin d'alluvion, au littoral et à des sédiments qui dépendent d'un régime des eaux différent du régime actuel. Il y a cependant des raisons de douter encore, parce que, jusqu'à présent, les Mastodontes et les *Elephas meridionalis* et *E. antiquus* n'ont pas été trouvés ici ensemble et associés dans le même gisement, et parce qu'il ne faut pas oublier que ces deux espèces d'Éléphants ont été citées associées à l'*E. primigenius* dans le « forest-bed » des falaises du Norfolk, c'est-à-dire dans des couches supérieures au crag de Norwich à *Mastodon arvernensis* (voy. Lyell, *Ancienn. de l'homme*, trad. 1864, p. 221 et suiv.).

3° Nous mettons également dans cette division supérieure des terrains tertiaires, si ce n'est plus haut encore, les « dépôts argileux, marneux et siliceux » qualifiés sables tertiaires (s. t.) par la carte géologique de la Côte-d'Or et situés au nord de la ligne du cours de la Tille, par l'impossibilité où nous sommes de séparer critiquement ces dépôts de ceux qui sont situés au sud de la même ligne et qui, sur cette carte, portent le signe différent des « alluvions anciennes » (A a).

Alluvions anciennes. — Ces alluvions argilo-sableuses, qui forment la masse des terrains de la plaine dijonnaise et châlonnaise sont peut-être ce qu'il y a de plus difficile à classer. Sont-elles pliocènes, comme l'indiquent les cartes géologiques de la France et de la Côte-d'Or? Sont-elles plus récentes? Seraient-elles même synchroniques du lœss, dont elles ont souvent l'aspect et la constitution?

Orographiquement, ces alluvions, abstraction faite des dépressions où s'écoulent les eaux actuelles, constituent comme une vaste terrasse à une altitude de 230 mètres, depuis le pied de la côte jusqu'au bord de la Saône, dominant, par conséquent, de 20, 30, 40 et même 50 mètres quelquefois (à Auvillers,

Broin, etc.), la prairie basse de la rivière dont la vallée proprement dite semble visiblement creusée dans leur épaisseur. Et, par cette considération seule, il sera rationnel de considérer ces vastes dépôts comme d'un autre âge que les dépôts diluviens ou que les alluvions qui sont au contraire en rapport avec l'écoulement actuel des eaux, tant que ces déductions ne seront pas formellement contredites par des faits paléontologiques ou stratigraphiques inconciliables avec elles.

Paléontologiquement, ces terrains de la plaine ne sont pas dénués de fossiles. M. J. Bilié est le premier et le seul à notre connaissance qui ait donné, à cet égard, quelques indications. En relevant avec soin la coupe intéressante d'une sablière exploitée à Saulon-la-Rue, à 1 myriamètre au sud-est de Dijon, il a noté quelques fossiles trouvés par lui dans un limon coquillier intercalé à 2 mètres au-dessous de la surface, entre les couches calcaréo-siliceuses et les graviers jurassiques de la sablière. L'étude de ces coquilles que M. Bilié a eu l'obligeance de me confier m'y a fait reconnaître seize espèces, dont la moitié, comme il l'avait fait remarquer, sont terrestres ou amphibies, et l'autre moitié lacustres. Sur ces seize espèces, je ne trouve d'absolument identiques avec les espèces vivantes que *Ferussacia subcylindrica*, *Pisidium aumicum* et *Helix solaris*? Toutes les autres sont des *Succinea*, *Zonites*, *Pupa*, *Clausilia*, petits *Planorbis* qui me paraissent nouveaux et des variétés éteintes sans doute de *Bithynia tentaculata* et *Valvata piscinalis*. En somme, cette faunule paraît donc loin d'être aussi récente que le serait, d'après les auteurs (Lyell, *Ancienn. de l'homme*, trad., p. 342; d'Arch., *Faune quaternaire*, p. 34, etc.), la faune, d'ailleurs presque uniquement terrestre, du loess du Rhin; nous ne pouvons pas non plus encore nous associer à la conclusion de M. Bilié, que toute la plaine dijonnaise est de l'âge de ce dernier dépôt.

Ce gisement de Saulon-la-Rue semble se relier d'ailleurs, comme l'a indiqué M. Bilié, et malgré quelques différences paléontologiques qui nous porteraient à lui attribuer un âge un peu plus récent, à d'autres gisements plus nombreux dont nous avons à parler.

Saulon-la-Rue, situé à une petite distance de la côte jurassique et près du bord du bassin, est évidemment, par ses alternances de graviers calcaires, de sables siliceux et de limons, et par sa faune mixte de mollusques terrestres, amphibies ou lacustres, un dépôt littoral ou plutôt encore une série assez compliquée de petits dépôts au bord d'un grand bassin. Au contraire, en s'éloignant de

la côte, ainsi que l'a noté M. G. de Nerville, les alluvions de la plaine forment une masse presque uniquement arénacée ou argileuse, à éléments presque uniquement siliceux, qui constitue, sur les rives de la Saône et particulièrement sur la rive droite, depuis Pontailler, au-dessus d'Auxonne jusqu'à Seurre et au delà, un bourrelet élevé (interrompu seulement par les coupures des affluents, la Tille, l'Ouche, le Vouge, etc.), que l'érosion de la vallée ou les exploitations actives et anciennes des tuileries ont mis à nu sur plusieurs points (Tillenay, près d'Auxonne, Pouilly-sur-Saône, près de Seurre, etc.). Ces coteaux présentent, vers leur partie inférieure ou moyenne, à un niveau assez constant au-dessus de la prairie, un banc de marne ou d'argile à nodules calcaires, généralement jaune, quelquefois bleue, qui soutient un petit niveau de sources qui alimentent les fontaines et les lavoirs des villages (Broin, Auvillars, Chivres, etc.), et qui contient d'assez nombreuses coquilles exclusivement d'eau douce. En revenant ensuite vers la côte, nous avons retrouvé ces marnes fossilifères à Bligny-sous-Beaune, petit monticule argileux entouré de graviers calcaires à *Elephas primigenius*, où elles sont atteintes par les forages des puits à 6 ou 7 mètres de profondeur. Et vraisemblablement, c'est à ce niveau que se rapportent les couches coquillières signalées par Rozet à Corberon, point intermédiaire entre la rivière et Bligny. Enfin, d'après la collection du musée de Dijon, ce banc avec ses fossiles caractéristiques se retrouverait encore dans le vallon de l'Ouche, à Bligny-sur-Ouche? Cette couche fossilifère semble donc occuper une grande étendue, et la faune qu'elle contient mérite une analyse rigoureuse et détaillée que nous nous proposons de faire. Nous nous contenterons ici d'en donner une idée, en disant seulement qu'elle contient :

Succinea, 2 espèces nouv. — Bligny et Saulon-la-Rue.

Helix,
Zonites, } 2 esp. à détorm. — Bligny.

Pyrgula Nodoti, esp. nouv. — Bligny, Pouilly-sur-Saône, c.

Planorbis belnensis, esp. nouv. — Bligny, r. r.

— *albus*. — Bligny, c.

— Esp. nouv. du groupe du *Spirorbis*. — Bligny.

— Esp. nouv. du groupe du *septemgiratus*. — Bligny.

Vivipara burgundina, esp. nouv. — Bligny, c. c., var., c. c., à Pouilly, Auvillars, Tillenay, etc.

Bithynia tentaculata, type. — Bligny, c. c.

— 2 variétés nouv. — Pouilly, Auvillars, c. c.

— *acuta*. — Bligny.

— Du groupe de *B. thermalis*. — Bligny.

Valvata piscinalis, type. — Bligny, c. c.

— var. *Gaudryana*. — Pouilly, Auvillars, c. c.

Cyrena fluminalis, var. *trigona*. — Bligny.

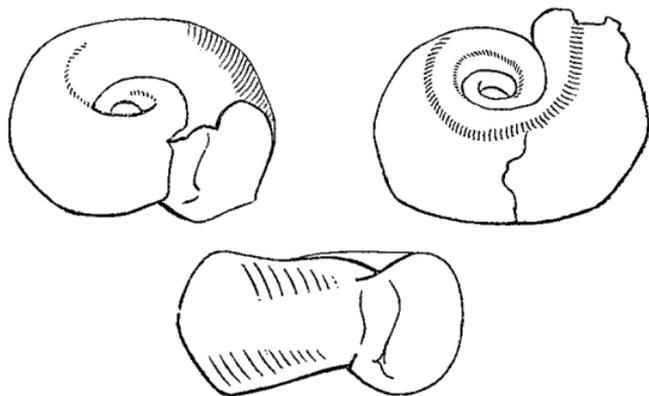
Pisidium aumicum, var. — Bligny.

Unio indét. — Bligny.

Parmi ces espèces, il y en a plusieurs certainement nouvelles et sur lesquelles nous nous arrêterons un instant. C'est d'abord :

1° Un gros Planorbe, du groupe du *corneus*, mais bi-ombiliqué et plus voisin peut-être du *Planorbis etruscus*, Ziegl., du S. E. de l'Europe, dont il se distingue cependant par son épaisseur proportionnelle remarquable etc., et que nous désignerons sous le nom de *P. belnensis*.

Planorbis belnensis.



2° Une grande Paludine ou Vivipare, répandue dans tous les gisements, où elle domine avec les *Bithynia tentaculata*, et où elle varie d'ailleurs beaucoup de taille et même de forme, tellement qu'elle rappelle souvent les types des *Paludina lenta*, Sow., et *P. concinna*, Sow., des couches éocènes supérieures de l'île de Wight, et d'autres fois les types plus allongés des grandes Paludines (*P. pyramidalis*, Villa) des lacs de la Lombardie et de la Vénétie. Elle se distingue cependant des unes et des autres par des caractères qui nous semblent suffisants pour proposer d'en faire une espèce sous le nom de *P. burgundina*, qui rappellera son habitat géologique et l'extension de ses gisements ; car, après examen fait sur de très-bons échantillons, il ne nous reste pas de doute que c'est à cette espèce qu'il faut rapporter les moules et les empreintes de Paludines contenus si abondamment dans certains minerais de fer de la plaine châlonnaise, depuis Chagny jusqu'à Tournus,

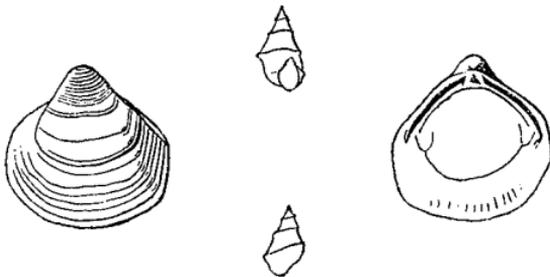
Cuisery, etc., et répandus dans les collections depuis longtemps sans nom spécifique.

Paludina burgundina.



Enfin, 3° une fort jolie et nouvelle espèce de Mélanien, de ce sous-groupe des *Pyrgula* qui ne compte que deux espèces vivantes en Europe, et dont la plus grande, qui habite aussi les lacs de l'Italie septentrionale, est bien inférieure cependant pour la taille à l'espèce fossile des marnes de Bligny ou de Pouilly-sur-Saône, que nous dédierons à feu M. Nodot, ancien conservateur du musée d'histoire naturelle de Dijon, dans la collection de qui nous l'avons vue pour la première fois.

Pyrgula Nodotiana.



Il faut noter aussi la *Cyrena fluminalis*, Mull. (syn. *C. trigonula*, Wood), cette espèce intéressante des dépôts fluviatiles et post-glaciaires de l'est de l'Angleterre, qui en France n'a pas encore été

citée hors du dépôt de Menchecourt, et dont les marnes de Bligny-sur-Beaune offrent une belle variété (?) plus solide et plus trigone que le type.

La plupart des autres espèces se distinguent *au moins* comme variétés des types vivants dont ils se rapprochent le plus. En somme, sur seize espèces il y a quelques espèces (trois ou quatre peut-être) encore actuellement vivantes en France, des variétés éteintes de ces mêmes espèces, des espèces éteintes en France, mais vivant encore ailleurs et dans des eaux plus chaudes, et une quantité plus considérable d'espèces nouvelles à établir. Quelle est la signification de cette faune? Malgré sa tendance marquée vers la faune actuelle, malgré la présence de la *Cyrena fluminalis*, coquille caractéristique jusqu'à présent de l'époque quaternaire moyenne ou des dépôts à *Elephas primigenius*, nous croyons cependant que la faune de la Côte-d'Or, par la prédominance au total des formes éteintes sur les formes vivantes, et par le caractère de ces formes qui accusent toutes plutôt une température élevée qu'une température glaciaire assurément, doit être considérée comme plus ancienne que la faune des dépôts à *Elephas primigenius*. Sous ce rapport, et par ce dernier aperçu, la paléontologie ne contredit donc pas les données stratigraphiques générales de la vallée. Cette faune peut même être rejetée assez loin et appartenir aux dépôts où ont été enfouis les *Elephas meridionalis* et peut-être les Mastodontes précités. Cependant on sait combien, à mesure qu'on se rapproche des temps actuels, les appréciations paléontologiques ou les distinctions d'époques sont délicates, et il restera des doutes légitimes pour le classement des marnes en question, tant qu'on n'aura pas la bonne fortune de trouver associés dans le même gisement et les coquilles et les uns ou les autres de ces grands pachydermes caractéristiques (1). Et provisoirement, et sous toutes ces réserves, ce qu'il y a de mieux est peut-être de considérer ces « alluvions anciennes » de la Côte-d'Or comme correspondant à ces dépôts du « forest bed » de l'Angleterre, qui sont supérieurs au craig certainement pliocène, mais inférieurs au grand terrain de

(1) M. Bilié (*loc. cit.*) a noté, il est vrai, des « molaires de Mammoth » qui auraient été trouvées entre Bonnencontre et Broin, dans le limon coquillier des coteaux de la Saône, ce qui serait décisif. Mais, outre que les pièces sont aujourd'hui perdues et qu'il a été impossible à M. Bilié, malgré les recherches qu'il a bien voulu faire, de les retrouver dans le Musée de Dijon, l'observation, qui n'était pas directement de lui, manque de la précision et de l'authenticité nécessaires.

transport glaciaire ou « boulder clay », premiers et grands dépôts quaternaires qui semblent manquer dans le Nord de la France (v. d'Arch. *Faune quaternaire*, 1865, p. 23, etc.)

Terrains diluviens. — Les terrains diluviens ne comprennent donc pour nous que les dépôts de limons et de glaciers d'origine diverse, opérés par les eaux puissantes qui nous paraissent avoir dessiné dans la masse des alluvions anciennes le système actuel d'écoulement, et où sont renfermés les débris de l'*Elephas primigenius* type et de la faune associée. C'est d'eux surtout qu'il faut dire ce que M. G. de Nerville dit des alluvions anciennes de la Bresse, que ce sont des dépôts effectués sous deux influences distinctes, les uns, sous l'influence des eaux agissant dans le sens même de la grande vallée et dans une direction longitudinale, les autres, sous l'influence de cours d'eau transversaux à cette direction.

Les premiers, venus du nord et des Vosges (diluvium vosgien et lehm rouge de M. de Nerville), sont composés de débris surtout siliceux (cailloux quartzeux, syénitiques, porphyriques, etc.). Non-seulement ils sont répandus « à la surface des terrains précédents en dépôts morcelés et peu épais... particulièrement sur les plateaux voisins de la Haute-Saône, qui sont en quelque sorte saupoudrés de ces cailloux », mais ils forment certainement le sous-sol profond de la vallée de la Saône, c'est-à-dire de la prairie, sur une largeur moyenne de 2 à 3 kilomètres, et du lit même de la rivière (1); et ils s'étendent, dans le canton de Saint-Jean-de-Lône notamment, et sur la rive gauche, bien en dehors de cette limite; car ils sont atteints par les forages des puits à une profondeur moyenne de cinq mètres dans les communes situées entre la Saône et le Doubs, et ils sont exploités en gravières et en sablières à Lône, à Frauxault, à Montagny, etc., jusqu'à six kilomètres de distance de la prairie de la Saône.

Ces dépôts de graviers qui se relieut au grand transport caillouteux de la vallée du Doubs semblent attester que l'ancien confluent des deux rivières, qui est aujourd'hui reporté à Verdun à près de 4 myriamètres plus bas, s'opérait d'abord en amont au pied du promoteur jurassique de Dôle, qui est limité assez exactement par la ligne du canal du Rhône au Rhin. Ce sont ces gra-

(1) Les draguages les plus profonds de la Saône ont atteint, en amont de Saint-Symphorien, un banc de très-gros cailloux (quartzites, avec fragments de calcaires lacustres siliceux tertiaires de la Haute-Saône), qui est à près de 2 mètres en contre-bas du fond normal de la rivière.

viers qui sont le gisement normal des molaires d'*Elephas primigenius* type, qui ont été recueillies très-fréquemment dans les draguages de la Saône depuis Pontailler jusqu'à Seurre et jusqu'à Verdun (*Musée de Dijon*, coll. dir., etc.), et qu'on a trouvées aussi dans le forage des puits des communes riveraines (Pagny-la-Ville, etc.), ou dans les gravières de Frauxault (coll. Baudot), avec de nombreuses dents d'*Aurochs* et d'*Equus*, des dents et des bois de *Cervus*, et plus rarement des molaires de *Rhinoceros* (*Musée de Dijon*).

Les seconds dépôts diluviens sont des dépôts à éléments calcaires apportés transversalement des montagnes de la Côte-d'Or ; ils forment le sous-sol des alluvions actuelles et des transports récents de graviers des affluents de la rive droite. Ils s'étalent aussi au pied de la côte, au débouché des combes, en nappes épaisses qui ont été traversées plusieurs fois par les tranchées du chemin de fer de Lyon, près de Perrigny? de Nuits (1), de Beaune, etc. Ces graviers et sables calcaires recèlent, comme les précédents, les restes de l'*Elephas primigenius*, dont les molaires ou les défenses ont été trouvées à Dijon même (qui est bâti sur les graviers réunis de l'Ouche et de Suzon), à Genlis, dans les sables de la Norge (*Musée de Dijon*), à Bessey-lès-Citeaux (id.), à Gevrey (id.), à Curtil, près de Beaune (*Musée de Beaune*), à Chevigny-en-Vallière, sur la Dheune (*Id.*), et même à Cisse-sur-Ouche (*Musée de Dijon*), c'est-à-dire dans le vallon supérieur et profond de l'Ouche, en arrière de la côte de Nuits, avec un maxillaire de *Castor*, etc.

C'est aussi à la période franchement quaternaire qu'il faut rapporter les dépôts argilo-sableux de la tranchée de Saint-Cosme et du vallon de la Thalie, près de Châlon-sur-Saône, dont M. Canat a donné à la Société (*Bull.*, 2^e série, t. IX, p. 1089 et 1090) une coupe avec indication de divers fossiles. Les coquilles trouvées alors à Saint-Cosmes et que M. Canat m'a permis d'étudier reviennent toutes à des espèces vivant encore actuellement, et il n'y a pas d'autres changements à faire à la liste qu'il en a donnée, d'après M. d'Archiac (*loc. cit.*), que des changements synonymiques qui ne modifient en rien la signification de cette faune qui est fort différente de celle des marnes de Bligny ou d'Auvillers, ou de

(1) Nous ne serions pas d'accord à cet égard avec la légende explicative de la *Carte géologique de la Côte-d'Or* ; tout le monde conviendra d'ailleurs de la difficulté qu'il peut y avoir à distinguer ces graviers « diluviens » de ceux qu'on peut rapporter au littoral des « alluvions anciennes de la Bresse. »

Saulon-la-Rue, et assurément beaucoup plus récente. Avec ces coquilles, d'après cette note et d'après les éclaircissements que nous a donnés M. Canat, avaient été trouvés des os de bœuf, de cheval, de cochon et de Renne; quant aux os d'Éléphants, ils n'avaient pas été trouvés à Saint-Cosmes, mais dans des couches jugées synchroniques.

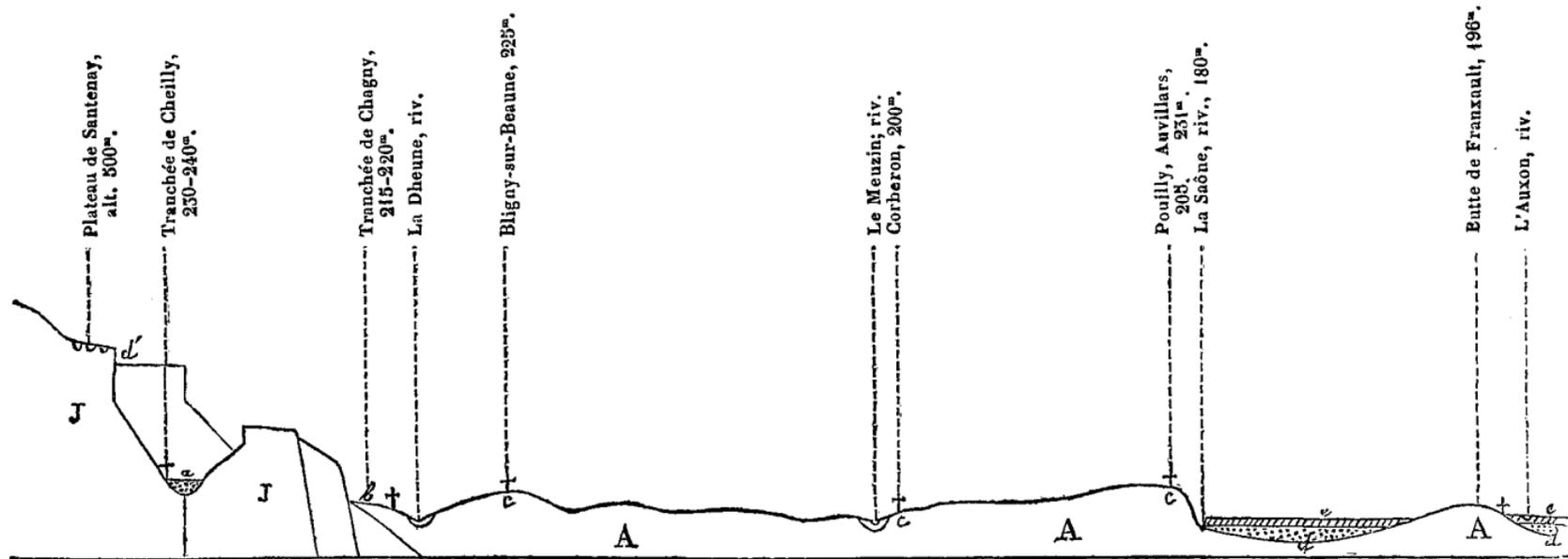
Enfin, c'est pour mémoire et malgré tout l'intérêt des questions qu'ils soulèvent, que nous mentionnerons ici, comme M. de Nerville, les dépôts quaternaires des grottes, fissures et anfractuosités de la chaîne jurassique de la Côte-d'Or, faisant suite aux dépôts semblables de la Haute-Saône et synchroniques par leur faune (1), et malgré les différences considérables de leurs altitudes (2) avec les dépôts de graviers et les argiles à *Elephas* du fond de la vallée, les seuls qui se rattachent directement aux terrains sédimentaires qui ont fait l'objet de ce travail.

En somme, pour ce qui est de ces terrains tertiaires supérieurs ou post-tertiaires, ils offrent, dans la vallée supérieure de la Saône, d'intéressants sujets d'étude, mais leur disposition stratigraphique est confuse, comme il arrive trop souvent, et tous ces gisements de fossiles vertébrés ou invertébrés, Mastodontes, Éléphants divers et mollusques d'eau douce, sont, jusqu'à présent, distants et isolés les uns des autres, de manière que leur classement chronologique n'a pu être proposé par nous qu'un peu théoriquement et par application des classifications adoptées (ou essayées) pour d'autres bassins, qui d'ailleurs, il faut le dire, ne sont pas contredites par les faits que nous avons pu observer ici, mais semblent au contraire en accord avec eux. C'est ce que l'on saisira sans doute par le diagramme suivant qui n'est qu'un croquis de la coupe transversale de la vallée, destiné à montrer la situation topographique respective de ces dépôts, ainsi que le

(1) Il y a longtemps qu'on a cité l'association de l'*Elephas primigenius* et de l'*Hyæna spelæa*, etc., dans les grottes d'Echenos et de Fouvent.

(2) Nous avons eu tout récemment le plaisir de visiter, avec deux de nos confrères et sous la direction de M. Loydreau, le plateau jurassique de Santenay, dont les grottes et cavités, riches en débris d'*Ursus spelæus*, *Felis spelæa*, etc., se trouvent directement à 300 mètres au-dessus des dépôts à *Elephas primigenius* de la plaine. Une note sur ces gisements et sur celui d'un *E. primigenius* trouvé un peu plus bas, sur la pente et dans une fissure de la montagne liasique de Nolay, doit être en ce moment même publiée par M. Loydreau, à qui revient la priorité de ces intéressantes recherches.

Coupe transversale de la vallée de la Saône, suivant une ligne irrégulière dirigée de Chagny (Saône-et-Loire) à Franzault (Côte-d'Or). — O. S. O. à E. N. E.



J — Côte jurassique.
 A — Alluvions anciennes de la plaine.
 a — Gravieres jurassiques à *Mastodon arvernensis*, etc.
 b — Argiles à *Elephas meridionalis*.

c — Marnes coquillères à Paludines.
 d — Gravieres vosgiens à *Elephas primigenius*.
 d' — Grottes et fissures à *Ursus spelæus*.
 e — Alluvions récentes des prairies.

Argiles et minerais de fer à <i>Mastodon Borsoni</i> , <i>arvernenis</i> , etc., de Gray, Aulrey, etc.	Dépôt à <i>Elephas meridionalis</i> , de Fontaine française. — Argiles et minerais de fer à <i>Mastodon Borsoni</i> , de Saint-Seine, Chevigny, Fauverney, etc.	Dépôt argilo-sableux à <i>Elephas meridionalis</i> et <i>E. antiquus</i> , de Chagny, Fontaine, etc. — Graviers à <i>Mastodon Borsoni</i> , <i>M. arvernenis</i> , etc., de Cheilly près de Chagny.	— ?	? — Pliocène.
—	—	—	Calcaire lacustre de Meximieux. Lignites de Soblay, à <i>Dinotherium</i> . Mollasse marine.	Miocène supérieur.
—	Conglomérat jurassique à <i>Helix Ramondi</i> , <i>Cyclostoma divionense</i> , etc., du N. E. du département, de Talmay à Dijon. Calcaire lacustre de Brognon, à empreintes végétales, <i>Flabellaria latiloba</i> , etc.	?	Calcaire lacustre de Coligny, à <i>Cerithium Lamarcki</i> .	Miocène moyen (syn. aquitainien, Mayer) et miocène inférieur?
Plaques siliceuses à <i>Bithynia plicata</i> , de Velleuxon, etc., ? calcaire marneux, à <i>Cyclas? Thirriai</i> , de Neuvelles-lès-la-Charité, Longeville, etc.	—	—	—	Base du miocène inférieur?
Calcaire lacustre, à <i>Limnaea longiscata</i> , <i>Planorbis planulatus</i> , Deshayes, etc., de La Vaivre près de Seveux, Noidans, Clans, etc. ?	Calcaire lacustre, à <i>Limnaea longiscata</i> , <i>Planorbis planatus</i> , Noulet, etc., de Belleneuve, Maguy, Vesvrotte, Binges, etc., avec minéral de fer pisiforme intercalé. — Calcaire lacustre à <i>Planorbis pseudo-ammonius</i> , de Talmay.	Argiles sidérolitiques de Mâcon (Renoit). ?	Argiles bleues à lignites et argiles sidérolitiques (Benoit), ?	Éocène supérieur. — Éocène moyen?

classement théorique qu'on peut en déduire et que nous en avons déduit en effet dans le tableau général où nous avons résumé, avec beaucoup de réserves sur ce point et sur plusieurs autres, notre étude sur les terrains tertiaires contigus des départements de la Haute-Saône, de la Côte-d'Or et d'une très-petite partie de celui de Saône-et-Loire (pages 798 et 799).

La grande dépression où coule actuellement la Saône a été constituée dès la fin et peut-être dès avant la fin de l'époque crétacée, et dès cette époque presque toute la longueur de cette vallée est restée en dehors de l'invasion des eaux marines jusqu'à nos jours. La mer nummulitique n'a pas dépassé le massif actuel des Alpes ; la mer tongrienne avançant par le nord jusqu'à Délémont n'a pas franchi la barrière orientale du Jura ; la mer falunienne du côté du sud s'est arrêtée vers Trévoux et dans la partie méridionale des mêmes montagnes. Pendant cette immense période de temps, la vallée a été constamment émergée ou n'a été occupée que par des eaux douces. Les études géologiques sur cette grande étendue ne sont pas encore assez avancées ni assez bien reliées les unes aux autres ; nos propres recherches sur l'une des branches septentrionales de la grande vallée sont encore trop incomplètes, même dans cette étendue restreinte, pour que nous puissions dès à présent tracer avec sûreté l'histoire géologique et paléontologique de la région. On peut cependant tirer du travail qui précède quelques considérations qui serviront à poser plusieurs questions, sinon à les résoudre. Il arrive, pour le bassin de la Saône, ce qui est arrivé pour plusieurs de nos grands bassins, pour celui de la Garonne en particulier, c'est que les données paléontologiques amènent à diviser et à sous-diviser de plus en plus les terrains que la carte géologique de la France avait dû d'abord couvrir d'une teinte uniforme, et à décomposer le « grand lac Bressan » miocène ou pliocène en une série de dépôts successifs d'eau douce qui ont plus ou moins le caractère de dépôts véritablement lacustres :

1° Comme dans le bassin de la Garonne, le fond et les bords élevés de la vallée sont occupés par des dépôts décidément éocènes. Entre Vesoul et Gray, entre Gray et Dijon, ce sont de véritables calcaires lacustres, des travertins, des dépôts chimiques, calcaires ou siliceux, parfaitement analogues aux calcaires lacustres du même âge des autres bassins et attestant comme eux, par leur faune et par leur flore (Planorbes, Linnées, etc.) l'existence de bassins circonscrits, de lacs ou plutôt de grands étangs marécageux et herbeux, qui se rattachent à ce cordon d'étangs

éocènes qu'on retrouve à cette époque tout autour du massif central et des Vosges, et de plus près encore aux étangs contemporains de l'Alsace et aux dépôts sidérolitiques du Jura et de la Suisse; c'est l'époque paléothérienne. En dehors du bassin fermé de la Haute-Saône, quelle fut l'étendue vers le sud de ces premiers dépôts, dont la Côte-d'Or n'offre que quelques affleurements? Comment se rattachent-ils aux dépôts sidérolitiques de M. Benoît, du sud de la vallée?

2° Vient ensuite le grand dépôt dit « conglomérat lacustre » qui occupe le littoral du bassin au nord-est de Dijon et auquel nous limitons maintenant les dépôts miocènes pour cette région. Ce terrain, ni par sa composition, ni par ses fossiles d'espèces uniquement terrestres, n'est un dépôt évidemment lacustre. C'est peut-être le dépôt littoral d'un grand lac, comme les brèches du Tholonet en Provence ou comme les nagelfluës de la mollasse suisse aquitanaise? Mais le lac lui-même nous échappe jusqu'à présent, et les jalons intermédiaires manquent pour relier ce dépôt aux couches à *Cerithium Lamarcki* de Coligny signalées par M. Benoît de l'autre côté et à l'autre extrémité du bassin, et qui paraissent leur être synchroniques. Il n'y a rien ici de semblable aux grandes nappes de calcaires lacustres miocènes à *Planorbis solidus* et à *Limnea Larteti*, *L. pachygaster* et autres, étendus sur de si grandes surfaces dans la Beauce, dans l'Agenais, etc., rien de semblable non plus aux mollasses éminemment fluviales de la Suisse, de la Touraine et de l'Aquitaine.

Ce qu'on voit ici accuse un dépôt de transport assez violent, même dans les commencements, qui a raviné les calcaires éocènes précédents, et par conséquent un sol élevé et des eaux ayant généralement une grande pente, et ne s'arrêtant qu'accidentellement dans des bassins plus tranquilles, ombragés par la végétation forestière du bord, et où ne vivaient ni les plantes marécageuses (calcaire de Brognon), ni les mollusques des eaux stagnantes.

3° Après ce dépôt qu'on doit rapporter au miocène moyen, ou inférieur peut-être, à la période anthracothérienne, et qui est évidemment synchronique des dépôts miocènes de l'Allier à l'ouest, et du Jura suisse et du canton de Vaud à l'est, il y a une lacune dans la série tertiaire de la vallée supérieure, puisque rien n'y répond à la grande période falunienne proprement dite ou dinothérienne, si considérablement développée dans le bassin de la Garonne et ailleurs, et qui est cependant représentée au sud par les lignites de Soblay (Ain). Jusqu'où montent ces dépôts vers le nord?

4° Quant aux grands dépôts argilo-sableux de la plaine dijonnaise et châlonnaise, qui semblent avoir une épaisseur très-grande, puisqu'un sondage exécuté à Châlon-sur-Saône (Canat, (*loc. cit.*) s'est arrêté dans ces argiles et ces sables à 159 mètres de profondeur, ce qui rappelle tout à fait les sondages d'Agen et de Toulouse dans le bassin tertiaire de la Garonne, qui poussés, le premier à plus de 100 et le deuxième à plus de 200 mètres, n'ont pas dépassé la masse des dépôts fluviatiles, — est-ce là qu'il faut voir le grand lac bressan? ou les grands lacs bressans, s'il faut distinguer plusieurs époques dans ces dépôts? Il faut avouer que, d'une part, la nature meuble et arénacée de la masse de ces sédiments, presque complètement dépourvue de calcaire, leur aspect de terrain de transport et d'alluvions limoneuses, interrompues un instant par une couche peu épaisse de marne à coquilles d'eau douce, et de l'autre la nature des espèces de mollusques qui sont conservées dans ces marnes mêmes et qui sont, tout aussi bien et plus encore, en France au moins, des espèces fluviatiles que des espèces lacustres (Paludines, Hydrobies, etc.), ne concordent pas avec les caractères habituels en géologie des dépôts vraiment lacustres, et que la pensée vient d'abord d'y voir plutôt le produit accumulé des alluvions de grandes eaux courantes, interrompues par des temps d'arrêt ou combinées avec des inondations qui prenaient un caractère plus lacustre. D'un autre côté, ces dépôts n'ont pas non plus tout à fait le caractère des grandes mollasses évidemment fluviatiles à Mélanies, Unios, Trigonies de la Suisse, de l'Aquitaine ou des sables de l'Orléanais; et, pour ce qui est des considérations malacologiques, il faut dire que, si certains genres, comme les Paludines et les Bithynies, semblent être dans nos contrées caractéristiques des eaux fluviatiles, il n'en est pas de même partout; et, s'ils manquent encore dans les lacs de la Suisse, aussi bien que dans nos étangs, ils pullulent au contraire avec les Néritines, les Pyrgules, etc., dans les lacs de la Lombardie et de la Vénétie, qui présentent dans leur faune une association tout à fait comparable à celle de la faune de nos marnes (1).

(1) Au point de vue de l'histoire géologique et de la distribution des faunes européennes éteintes, on peut dire que les rapports de la vallée de la Saône avec les régions méridionale et orientale ont existé dès le milieu, si ce n'est dès le commencement de l'époque tertiaire. La faune des mollusques du conglomérat à *Helix* a plus d'affinités avec les faunes synchroniques de l'Allemagne et du midi de la France qu'avec celles de l'Orléanais ou de l'Aquitaine. La faune des Mastodontes pliocènes et des *Elephas meridionalis* est celle de l'Italie, de

En somme donc, ces divers ordres de considérations ne s'opposent pas absolument à l'hypothèse d'un lac ou de plusieurs lacs successifs, étendus dans la vallée actuelle de la Saône, aux époques pliocène ou post-pliocène, à condition de concevoir ces lacs comme très-différents, tant sous le rapport des sédiments, que sous celui de la faune, des anciens lacs ou étangs des époques éocène ou miocène, et plus analogues aux grands réservoirs d'eau douce actuels du versant sud des Alpes. Mais l'hypothèse de ces lacs, si lacs il y a, peut-être très-applicable à la Bresse proprement dite, doit être en tout cas combinée, pour la partie de la vallée qui nous occupe et qui était voisine des centres montagneux, avec l'hypothèse des grands cours d'eau qui les alimentaient et qui, charriant sans cesse dans le centre du bassin les matières siliceuses arrachées au massif des Vosges, se transformaient elles-mêmes en nappes d'eaux lacustres par l'élévation de leur fond.

Enfin, les terrains diluviens à *Elephas primigenius* ont, par leur composition comme par leur faune, le caractère général et universel qui appartient aux dépôts de transport de cette période.

En résumé, la succession des phénomènes géologiques dans la vallée supérieure semble avoir été celle-ci :

A la fin ou avant la fin de la période crétacée, soulèvement des terres, retrait définitif des eaux marines qui avaient dû couvrir tout l'espace compris entre les chaînes actuelles de la Bourgogne et du Jura, et constitution de la vallée de la Saône ;

Premiers ravinements et ablation des dépôts crétacés, qui n'ont laissé que quelques témoins sur le pourtour du bassin (à Ougney, Gray, Pontailler, Mirebeau, Fontaine près Châlon-sur-Saône, etc.), établissement des étangs éocènes de la Haute-Saône et de la Côte-d'Or à *Limnea longiscata* ;

Nouveau soulèvement. Écoulement des eaux de ces lacs ; rupture de la digue de Gray ? (Prolongation accidentelle des eaux stagnantes dans la Haute-Saône ; silex à *Bithynia Duchasteli* ;

Ravinement de tous les terrains précédents par le transport du conglomérat à *Helix Ramondi*. Remblais dans un lac nouveau ?

Longue période de calme correspondant aux dépôts des terrains miocènes supérieurs. Soulèvements du conglomérat, faille de Dijon, probablement à l'époque pliocène ? Établissement d'un

l'Auvergne, de l'est de l'Angleterre, qui manque dans l'ouest de la France. Enfin, tous les rapports des mollusques des alluvions anciennes sont avec les mollusques actuellement vivants du nord de l'Italie.

ou de plusieurs lacs successifs, formés et alimentés par de grands cours d'eau venus du Nord pendant toute la durée de l'époque pliocène et post-pliocène. Comblement général de la vallée; enfouissement de la faune à *Mastodon arvernensis* (et à *Elephas meridionalis?*);

Soulèvement continental ayant un de ses centres dans les Vosges. Rupture des digues méridionales du bassin, écoulement des eaux du lac. Creusement dans la masse des alluvions précédentes des larges fossés de la Saône, du Doubs et de leurs petits affluents; dépôt de cailloux diluviens à *Elephas primigenius*;

Enfin, diminution des cours d'eau; leur réduction dans les rigoles actuelles et dans les limites actuelles des inondations.

Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année 1865 pour la Société géologique de France, présenté par M. DANGLURE, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Numéros des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1865.	RECETTES effectuées en 1865.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droits d'entrée et de diplôme. . .	600 »	530 »	» »	20 »
	2	Cotisations { de l'ann. courante, des ann. précéd., anticipées.	8,000 »	7,710 »	» »	290 »
	3		2,000 »	2,540 »	540 »	» »
	4		500 »	265 »	» »	35 »
§ 2. Produits extr.	5	Cotisations une fois payées.	1,500 »	900 »	» »	600 »
	6	Bulletin.	1,200 »	1,099 »	» »	101 »
§ 3. Produit des publications. . .	7	Mémoires.	800 »	556 »	» »	244 »
	8	Vente des { Histoire des progrès de la géologie. . .	300 »	175 30	» »	124 70
§ 4. Capitaux placés.	9	Arrrages de rentes 5 %/o.	1,870 »	1,870 »	» »	» »
	10	Intérêts d'obligations.	355 »	370 »	15 »	» »
	11	Allocation du ministre de l'Instruction publique pour les publications de la Société.	1,000 »	750 »	» »	250 »
§ 5. Recettes diverses.	12	Souscription du Ministre d'Etat aux Mémoires.	1,200 »	600 »	» »	600 »
	13	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin.	400 »	» »	» »	100 »
	14	Recettes imprévues.	200 »	200 »	» »	» »
	15	Loyer de la Soc. météorolog. . .	400 »	400 »	» »	» »
§ 6. Solde du compte de 1864. . .	16	Total de la recette.	19,825 »	18,015 50	555 »	2,564 70
		Reliquat au 31 décembre 1864. . .	895 90	895 90		
		Tota de la recette prévue pour 1865.	20,720 90	18,911 20		

COMPARAISON.

La Recette présumée était de 20,720 90

La Recette effectuée est de 18,911 20

Il y a diminution de Recette de 1,809 70

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1865.	DÉPENSES effectuées en 1865.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Personnel...	1	Agent { traitement travaux extraordinaires gratification indemnité de logement.	1,800 »	1,800 »	» »	» »
	2		500 »	300 »	» »	» »
	3		200 »	200 »	» »	» »
	4		200 »	200 »	» »	» »
	5		800 »	800 »	» »	» »
§ 2. Frais de loge- ment.	6	Garçon de bureau { ses gages gratifications ordin. gratific. extraordin.	100 »	100 »	» »	» »
	7		100 »	100 »	» »	» »
	8		2,600 »	2,584 85	» »	15 45
§ 3. Frais de bu- reau.	9	Loyer, contributions, assurances.	700 »	689 10	» »	10 10
	10	Chauffage et éclairage.	300 »	225 40	» »	76 60
§ 4. Matériel.	11	Dépenses diverses.	500 »	521 65	21 65	» »
	12	Ports de lettres.	200 »	145 »	» »	55 »
	13	Impression d'avis et circulaires.	20 »	21 50	1 50	» »
	14	Change et retour de mandats.	100 »	260 40	160 40	» »
§ 5. Publications.	15	Mobilier.	1,500 »	650 80	» »	649 20
	16	Bibliothèque. — Reliure, port.	7,500 »	7,259 85	» »	260 45
	17						Bulletin. { Impression, papier, planches. . . . . Port. . . . .	800 »	655 75	» »	144 25
§ 6. Emploi de capitaux.	18	Mémoires. — Impression, papier et planches.	2,500 »	1,106 50	» »	1,595 50
	19	Placement de cotisations uniques.	600 »	606 50	6 50	» »
	20	Dépenses imprévues.	» »	» »	» »	» »
			20,420 »	18,004 50	189 85	2,604 55

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de	20,420 »
La Dépense effectuée est de	18,004 50
Il y a diminution de	<u>2,416 50</u>

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1865.

La Recette totale étant de	48,944 20
Et la Dépense totale étant de	48,004 50
Il reste en caisse audit jour	<u>906 70</u>

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS
DE CAPITAUX, EXERCICE 1865.

	NOMBRE DES COTISATIONS.		VALEURS.	
	fr.	c.	fr.	c.
Recette {	antérieurement au 1 ^{er} janvier 1865.		170	50,908 55
	pendant l'année 1865.		3	900 »
Total.		173	54,808 55	
Legs Roberton			12,000 »	
Total des capitaux encaissés.			63,808 55	
PLACEMENT.				
fr.	c.	fr.	c.	
1,870	»	Rentes 3 0/0 et frais de mutation		} 59,354 25
		47,699	25	
570	»	Intérêts de 38 obligations de chemins de fer, achetées antérieurement au 1 ^{er} janvier 1865.		
		44,045	50	
30	»	Achat de 2 obligations de chemin de fer pendant l'année 1865.		
		606	50	
2,470 » — Excédant de la recette sur la dépense.				4,457 30

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES
AU 31 DÉCEMBRE 1865.

Au 1^{er} janvier 1865, le nombre des membres inscrits sur les listes officielles s'élevait à 528, dont :

394 membres payant cotisation annuelle }
134 membres à vie } ci. . . 528

Les réceptions du 1^{er} janvier au 31 décembre 1865 ont été de. 27

Total. 555

A déduire, pour cause de décès, démissions et radiations. 42

Le nombre des membres inscrits sur les registres, au 31 décembre 1865, s'élève à 513

Savoir : { 384 membres payant cotisation annuelle,
132 membres à vie.

Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes du Trésorier, pour l'exercice 1865 ; par M. Éd. COLLOMB, rapporteur.

MESSIEURS,

Les comptes de l'exercice 1865 sur lesquels nous allons appeler un instant l'attention de la Société n'offrent, comme ceux de l'année précédente, rien qui ne soit dans l'ordre naturel des choses. Les recettes et les dépenses effectuées dans le cours de l'année se sont un peu écartées, il est vrai, des prévisions du budget de 1865 ; mais, s'il y a quelques différences en plus ou en moins, elles sont peu importantes et l'équilibre du budget n'en a pas reçu de graves atteintes ; il y a même eu, grâce au zèle de l'administration et du Trésorier, une réduction de dépenses réalisée. Nous allons passer rapidement en revue les principaux chapitres de ce budget.

RECETTES.

Le chapitre principal des recettes, celui des cotisations et des droits d'entrée, qui nous donne la mesure des progrès de la Société, quant aux membres qui en font partie, avait été prévu pour 1865 à 12 400

Qui se décomposent en :

Droits d'entrée et de diplôme.	600
Cotisations courantes.	8000
Cotisations des années précédentes.	2000
Cotisations anticipées.	300
Cotisations à vie.	1500
Nous n'avons reçu de ce chef que.	11 795
Différence en moins.	<u>605</u>

Ces 600 fr. de déficit proviennent uniquement du chapitre : Cotisations à vie, que nous avons évaluées à 1500 fr. ; nous n'avons reçu que 900 fr. ; tous les autres articles sont conformes aux prévisions.

Le chapitre : vente du <i>Bulletin</i> , que nous avons estimé à.	1200
Ne nous a donné que.	1099
	<hr/>
Différence en moins.	101
	<hr/> <hr/>

La : vente des <i>Mémoires</i> , portée au budget pour.	800
N'a produit en 1865 que.	556
	<hr/>
Différence en moins.	244
	<hr/> <hr/>

La : vente de l' <i>Histoire des progrès de la géologie</i> , évaluée.	300
A produit.	175 30
	<hr/>
Différence.	124 70
	<hr/> <hr/>

Allocation ministérielle, somme prévue.	1000
Nous n'avons touché que.	750
	<hr/>
Restent.	250
	<hr/> <hr/>

qui se sont réglés dans le commencement de l'exercice 1866.

Souscription du ministre pour 30 exemplaires des <i>Mémoires</i> , nous avons compté sur une recette de.	1200
Nous n'avons pu recevoir que.	600
	<hr/>
Déficit.	600
	<hr/> <hr/>

parce que le mémoire que nous devons livrer au ministre en 1865 n'était pas prêt et ne sera livré qu'en 1866.

Il n'y a aucune observation à faire sur le loyer de la Société météorologique ni sur les arrérages de rentes 3 pour 100 qui figurent pour la même somme, ainsi que les obligations de chemin de fer ; nous avons même un excédant de recettes de 15 fr. sur ces dernières, par suite d'un achat.

Recettes extraordinaires figurent pour 200 fr. — Cette somme provient d'une obligation sortie au tirage et qui nous a été remboursée à 500 fr. ; nous en avons employé 300 à l'achat d'une nouvelle obligation et les 200 fr. restants comme recette extraordinaire.

En résumé, le total des recettes s'élève à 18 015 30
 Nos prévisions budgétaires étaient de . 19 825

Nous avons donc reçu en moins une
 somme de 1 809 70

Ce déficit de 1809 fr. ne provient pas réellement d'une diminution progressive de recettes, comme on pourrait le croire au premier abord, puisque les recettes effectuées pendant l'exercice précédent se montent à 18 010; c'est donc, à fr. 5 près, exactement la même somme qu'en 1864. — Ce déficit provient d'une légère exagération dans les prévisions du budget.

DÉPENSES.

Le déficit précédent se trouve complètement comblé par suite des économies réalisées sur le budget des dépenses; il est resté au-dessous des prévisions.

Passons au détail.

Les dépenses sur lesquelles il n'y a pas de changement sont : le personnel et le placement des cotisations à vie. Celles sur lesquelles il a été fait des économies sont les suivantes :

	Prévu.		Dépensé.		Économisé.	
	fr.		fr.	c.	fr.	c.
Sur loyer, contributions, assurance.	2600		2584	55	15	45
Chauffage et éclairage.	700		689	10	10	90
Dépenses diverses.	300		223	40	76	60
Impression d'avis et circulaires.	200		145		55	
Bibliothèque, reliure, port.	1300		650	80	649	20
<i>Bulletin</i> , impression, papier, planches.	7500		7239	55	260	45
port.	800		655	75	144	25
<i>Mémoires</i> , impression, papier, planches.	2500		1106	50	1393	50

D'un autre côté, sur le paragraphe mobilier qui n'avait été prévu que pour 100 fr., nous avons déboursé 260 fr. 40, par suite d'un compte arriéré de fournitures de menuiserie qui n'a-

vait pas pu être réglé depuis l'époque du déménagement de la Société.

Au total, les dépenses qu'on avait cru devoir être de	20 420	
ne se sont élevées qu'au chiffre de	18 004	50
	<hr/>	
Il y a donc économie sur ce chapitre de	2 415	50
Nous avons vu que les recettes étaient en déficit de	1 809	70
	<hr/>	
C'est en définitive une économie réalisée de	605	80
	<hr/> <hr/>	

Si vous approuvez les comptes que nous venons d'analyser, la situation au 31 décembre 1865 serait la suivante :

Il y avait en caisse, au 31 décembre 1864.	895	90
Recette du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1865.	18 015	30
	<hr/>	
	18 911	20
Dépense du 1 ^{er} janvier au 31 décembre.	18 004	50
	<hr/>	
Reste en caisse au 31 décembre 1865.	906	70
	<hr/> <hr/>	

En résumé, Messieurs, notre situation est satisfaisante; l'équilibre budgétaire entre les recettes et les dépenses se maintient dans des proportions normales, en nous permettant de faire quelques économies et d'acheter quelques obligations comme placement de fonds. La Société possède en capital environ 43 000 fr. en 3 pour 100, au cours actuel, et 11 400 en actions de chemins de fer ; elle se compose d'environ 350 membres payant leur cotisation annuelle ; ainsi elle n'a qu'à persévérer dans les bonnes traditions financières qui l'ont dirigée jusqu'à présent. Nous vous proposons en terminant d'approuver les comptes de l'exercice 1865 et de voter des remerciements au trésorier.

ÉD. COLLOMB.

P. MICHELOT.

T. PARÈS.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A BAYONNE

(BASSES - PYRÉNÉES),

Du 7 au 16 octobre 1866.

Les membres de la Société qui se sont rendus à cette réunion sont :

MM.

BERTHON (l'abbé),
BIMARD,
BIOCHE (Alphonse),
CAZALIS DE FONDOUCE,
COLLOMB (Éd.),
COTTEAU (G.),
DÉSODIN,
GARRIGOU (F.),
GUYERDET,
HÉBERT,
LAMBERT (l'abbé),

MM.

LAPPARENT (Albert de),
LARTET (Louis),
LEYMERIE,
LORY (Ch.),
MARTINS (Ch.),
MEUGY,
MOREAU (Albert),
MOREL DE GLASVILLE,
TOURNOUER,
VERNEUIL (Éd. de).

Parmi les personnes étrangères qui ont assisté aux séances ou suivi les excursions de la Société, nous citerons :

MM.

BLADÉ,
CHAUVITEAU (Ferd.),
DARRACQ,
DETROYAT (Arnaud),

MM.

LACAZE,
MAXWELL-LYTE,
SERMET,
TARDY.

Séance du 7 octobre 1866, à Bayonne.

La Société s'est réunie le dimanche 7 octobre, à midi,
Soc. géol., 2^e série, tome XXIII.

dans la salle de la mairie, sous la présidence provisoire de M. Éd. Collomb, vice-président annuel de la Société.

Le Président, après avoir exposé les motifs qui ont déterminé la Société à choisir cette année Bayonne pour siège principal de sa réunion extraordinaire, remercie M. le Maire de Bayonne et l'Administration municipale de l'empressement avec lequel ils sont venus en aide à la Société, en mettant à sa disposition le salon de l'hôtel de ville. Il invite ensuite les membres de la Société à procéder à l'élection d'un bureau pour toute la durée de la réunion.

La Société élit successivement:

Président, M. LEYMERIE.
Vice-Président, M. JACQUOT.
Secrétaire, M. LOUIS LARTET.
Vice-Secrétaire, M. BIOCHE (Alphonse).

M. le Président proclame les noms des membres ainsi nommés et les invite à venir prendre place au bureau.

M. Leymerie, en s'asseyant au fauteuil de la Présidence, remercie ses confrères de l'honneur qu'ils viennent de lui faire en l'appelant à diriger leurs excursions et leurs séances.

Il soumet à la Société un plan de courses à faire dans les environs de Bayonne, ainsi conçu :

1° *Lundi 8 octobre.* — Excursion aux falaises de Bidart et de Biarritz pour y étudier les terrains crétacé et nummulitique et le pointement d'ophite du rocher du Goulet.

2° *Mardi 9 octobre.* — Ascension de la montagne de la Rhune, formée presque entièrement des grès rouges et des poudingues du trias.

3° *Mercredi 10 octobre.* — Course aux environs de Sare, où se montrent le terrain crétacé à fucoïdes, le calcaire à Caprines et un affleurement houiller compris entre les schistes dévonien et le grès rouge.

4° *Jeudi 11 octobre.* — Excursion dans le pays de Labourd pour y observer les schistes crétacés des landes d'Hasparren, le massif granitique du Labourd, les gîtes de kaolin, de

Louhossoa, les calcaires cristallins de Macaye, et enfin le terrain jurassique de Cambo.

5° *Vendredi 12 octobre.* — Visite à la mine de sel de Villefranque.

Là se bornerait la série d'excursions que M. le Président propose de faire aux environs de Bayonne. La Société se rendrait ensuite à Orthez et à Dax, et aurait à statuer ultérieurement sur le choix des excursions à faire dans les environs de ces deux dernières villes.

Après les observations de quelques membres, ce programme est mis aux voix et adopté.

Le secrétaire donne lecture d'une lettre adressée au Président par M. Arnaud Detroyat, propriétaire aux environs de Bayonne, qui annonce en ces termes la découverte qu'il vient de faire, sur les bords de la Nive, d'un gisement de silex ouvrés se rapportant à l'âge de la pierre taillée :

« Monsieur le Président,

» Veuillez me permettre d'appeler l'attention de la Société géologique de France sur la découverte que j'ai faite, au mois d'avril dernier, dans ma propriété de Bouhoben, sur les bords de la Nive, d'instruments en silex et en calcaire siliceux paraissant se rapporter à l'âge de la pierre taillée.

» En remontant le cours de la Nive, on voit apparaître, à 1 kilomètre environ en amont de Bayonne, les couches nummulitiques qui constituent les falaises si pittoresques de Biarritz.

» C'est en dégageant, pour le pavage d'un chemin, la surface de ces couches tertiaires, des graviers et de la terre végétale qui les recouvraient, que mes ouvriers ont rencontré un dépôt sablonneux renfermant, mêlés à des blocs assez volumineux arrachés aux couches nummulitiques, des silex taillés, en nombre considérable, ainsi que des ossements fracturés et en partie carbonisés.

» Je me suis empressé de recueillir ces ossements, ainsi que les silex taillés qui me paraissent semblables à ceux que l'on a trouvés dans les cavernes du Périgord, et dont MM. Éd. Lartet et H. Christy ont donné des dessins dans les *Reliquiæ aquitanicæ*.

» Parmi ces silex, on reconnaît des nucléi, des couteaux, des grattoirs, des pointes de flèches, et ils sont tous couverts d'une patine bien caractérisée.

» Dans le nombre des ossements se trouvent trois mâchoires de petites dimensions, et plusieurs os paraissent taillés à dessein, entre autres une pointe de flèche d'une régularité remarquable.

» A l'inspection du terrain, on reconnaît aisément que la roche nummulitique présentait autrefois une excavation ayant pu servir de retraite aux anciens habitants de la vallée de Nive, excavation qui a dû s'effondrer, par l'effet du temps, et dont il ne reste aujourd'hui qu'une paroi presque verticale, au pied de laquelle ont été trouvés ces débris d'industrie humaine.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, etc. »

Sur l'invitation de M. le Président, M. Arnaud Detroyat, qui assiste à la séance, ajoute quelques détails à l'annonce de cette intéressante découverte.

Il met sous les yeux de la Société quelques exemplaires des silex taillés dont il vient d'être fait mention, et rend compte des résultats qu'amenèrent les fouilles qu'il a eu occasion de faire exécuter en présence de M. Darracq, l'honorable et savant conservateur du musée de Bayonne. Il termine en invitant la Société à se transporter sur les lieux, où elle pourra étudier les circonstances de ce gisement curieux.

Le Président remercie M. Arnaud Detroyat de son intéressante communication, et, après avoir pris l'assentiment de la Société, il décide que l'on se rendra, à l'issue de la séance, chez M. Detroyat, pour visiter cette station humaine, ainsi que la collection qui en provient.

M. le Président entre ensuite dans des détails circonstanciés au sujet des terrains que la Société doit passer en revue, le lendemain, dans son exploration des falaises de Bidart et de Biarritz.

M. Maxwell-Lyte, vice-président de la Société Ramond, qui, sur l'invitation du Président, a pris place à côté des membres du bureau, exprime le vœu que l'association qu'il représente puisse participer aux bénéfices des observations nouvelles que la Société géologique aura occasion de faire dans les Pyrénées, et il demande pour la Société Ramond un extrait du compte rendu des séances qui se rapportent à cette session extraordinaire.

A l'issue de la séance, la Société se rend, sous la conduite

de M. Detroyat, au gisement de silex taillés ci-dessus mentionné.

En approchant de la propriété de Bouhoben, on traverse la Nive en bateau et l'on aborde sur la rive droite de cette rivière, en face d'escarpements formés par un grès calcari-fère, où pullulent les Nummulites et qui se rapporte à l'horizon des assises arénacées, à *Eupatagus ornatus*, de Biarritz.

Près de l'habitation de M. Detroyat et à une faible élévation au-dessus de la rivière, se trouve l'*abri* ou mur vertical, au pied duquel ont été trouvés les vestiges d'une station humaine de l'âge de la pierre éclatée, et qui est orienté au sud-est, condition favorable pour l'habitation.

La Société, après avoir reconnu l'exactitude des observations de M. Detroyat, s'est rendue chez lui pour visiter sa collection de silex taillés et d'ossements. Parmi ces derniers, quelques membres de la Société ont reconnu des débris de Renne.

La Société encourage M. Detroyat à poursuivre ses intéressantes recherches qui lui ont ainsi permis de faire la première découverte de ce genre qui ait été signalée dans le département des Basses-Pyrénées; puis, elle rentre à Bayonne où M. Darracq lui fait les honneurs du beau Musée d'histoire naturelle, que son zèle et sa générosité ont tant contribué à enrichir.

Séance du 8 octobre 1866.

La séance est ouverte à huit heures du soir dans le salon de l'hôtel de ville de Bayonne, sous la présidence de M. Leymerie.

Le Secrétaire lit le procès-verbal de la dernière séance qui est mis aux voix et adopté.

M. le Président rend compte sommairement de l'excursion que la Société vient de faire dans la journée aux falaises de Bidart et de Biarritz, excursion dont on peut résumer les principaux incidents ainsi qu'il suit :

Excursion aux falaises de Bidart et Biarritz (1).

Guidée par M. Leymerie, la Société s'est rendue par le chemin de fer, de Bayonne à la station de Guethary, et, de ce point, elle a gagné les bords de la mer, où viennent affleurer les *calcaires de Bidache*, qui représentent le terme le plus inférieur de la série crétacée dans ce pays. Ces derniers se montrent en cet endroit, en bancs à peu près horizontaux et renfermant de nombreux lits très-minces de silex pyromaque noir. Les plaques fissiles de ces calcaires ont fourni de beaux spécimens d'empreintes de fucoïdes. La plage est, en ce point, couverte de galets ophitiques, présentant dans leur structure les variétés diverses du diorite épidotifère et dont l'abondance tendrait à confirmer l'idée émise par Dufrenoy, que de puissantes masses de cette roche éruptive se trouveraient non loin de là, cachées sous les eaux de l'Atlantique!

La Société a suivi cette plage en se dirigeant au nord vers Biarritz et, dans ce trajet, elle avait un guide bien précieux dans la belle coupe des falaises de Saint-Jean-de-Luz à Biarritz, de M. Jacquot (1), que M. le Président avait mise, la veille, sous les yeux de ses confrères. Cette coupe offre un excellent résumé graphique des observations recueillies jusqu'à ce jour, le long de ces intéressantes falaises, soit par M. Jacquot, soit par les géologues qui l'ont précédé dans cette région, et parmi lesquels on doit citer, en première ligne, M. Delbos (2). Aussi le rôle de la Société, dans cette rapide excursion, a-t-il été plutôt de constater l'exactitude scrupuleuse de ce travail que d'y ajouter des faits importants, quelques fossiles nouveaux et un petit nombre d'observations de détail s'étant seulement offerts à ses recherches.

On a donc parcouru la série des *calcaires de Bidache*, et reconnu les poudingues calcaires à éléments phylladiens signalés par M. Jacquot. Puis, la Société a vu près de Bidart

(1) *Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart, Guethary et Saint-Jean-de-Luz (Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux, t. XXV, 1864.*

(2) *Description géologique du bassin de l'Adour, Bordeaux, 1854.*

les marnes bleuâtres, dites *conchoïdes*, à cause de la tendance qu'elles ont à se déliter en fragments conchoïdaux, et au milieu desquelles, malgré l'absence apparente de fossiles, M. Maxwell-Lyte est parvenu à découvrir une tige d'encrine; ensuite, les calcaires marneux, compactes, d'un gris cendré, d'une structure de délit également conchoïdale, au milieu desquels la Société a pu recueillir de nombreux spécimens d'Inocérames (*J. Cripsii*), des *Holaster*, des *Ananchytes*, un *Ammonites*, et enfin un *Scalpellum*.

Ces diverses assises crétacées sont recouvertes de dépôts, parfois puissants, comme à Bidart, de sables et d'argiles bigarrées, plus ou moins arénifères, renfermant des dépôts de lignites dans lesquels le bois a conservé tous ses caractères, et que l'on assimile à la formation des *Sables des Landes* (terrain pliocène). Le tout est recouvert d'un manteau diluvien peu épais.

Grâce aux ondulations des couches marneuses et calcaires du bas des falaises, les assises supérieures de cet étage crétacé ne tardent pas à venir au jour et on les voit non loin de Caseville, sous la forme de calcaires, se rattachant intimement aux précédents, mais pouvant néanmoins s'en distinguer par une compacité plus grande ainsi que par une teinte plus claire, tirant parfois sur le rose. La Société a pu recueillir des *Holaster* dans ces assises supérieures, et M. Éd. Collomb a trouvé un Nautilite, aux cloisons sinueuses, dans le calcaire rosé.

Aux approches de Caseville, une faille vient interrompre la continuité de ces couches, et l'on se retrouve en présence de l'étage inférieur que l'on avait laissé à Bidart, c'est-à-dire des calcaires à silex noirs, dits *calcaires de Bidache*. Ces derniers présentent, dans un petit ravin voisin de la faille, des signes d'altération très-apparens, et l'on y voit des argiles rubéfiées avec oxyde de fer et veines de gypse fibreux, toutes choses qui ont fait soupçonner à plusieurs des membres de la Société que, conformément aux idées de M. Jacquot, l'ophite pourrait bien exister, en ce point, à une certaine profondeur, tandis que d'autres membres étaient tentés de voir plutôt, dans ces argiles gypsifères, l'affleurement d'un

terrain plus ancien qui supporterait les calcaires de Bidache.

Après avoir passé ce lambeau de calcaire de Bidache, les falaises, jusqu'alors escarpées, font place à de petites dunes qui s'avancent dans l'intérieur des terres, dans la direction d'Ilbarritz, et l'on ne retrouve d'escarpement qu'à 300 mètres de là, à la falaise de Handia, où affleurent brusquement les calcaires à *Nummulites*. La roche en est essentiellement calcaire, plus ou moins arénacée et pétrie de fossiles, tels que Orbitolites, Nummulites, oursins, pattes de crustacés, Peignes, Vulselles, polypiers, bryozoaires, etc., auxquels la plus grande notoriété a été acquise par suite des beaux travaux de M. d'Archiac (1). On y trouve surtout, en très-grande abondance, la *Serpula spirulæa*, qui donne son nom à ce groupe d'assises.

C'est un peu plus loin, vers le moulin de Mouligna, que M. Jacquot signale une couche riche en débris fossiles de crustacés, dont plusieurs espèces sont identiques avec celles des environs de Saint-Sever, dans les Landes.

On arrive enfin, entre le gîte fossilifère dont il vient d'être fait mention et le moulin de Chabiague, à deux petits pointements d'ophite, signalée en premier lieu par Dufrénoy (2), et près desquels la Société s'est longtemps arrêtée pour chercher à élucider les questions intéressantes qu'il soulève. Bien que la marée commençât déjà à monter, on a pu examiner, au milieu des sables de la plage, cette ophite qui s'y présente sous la forme d'un diorite à texture granitoïde, très-épidotifère et avec des cristaux nets et assez volumineux d'amphibole. Au contact de cette roche éruptive, se trouvent des brèches ophitiques, et enfin des calcaires métamorphiques, le plus souvent dolomitiques et cellulés, dont la plupart renferment en grande quantité des cristaux aciculaires de quartz pyramidé, tantôt blancs, tantôt noirs, suivant que les matières organiques ont disparu ou sont restées dans la roche qu'elles colorent pareillement.

Un peu plus loin, au pied de la falaise, se trouvent des

(1) *Mém. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. II, p. 189, 1840, et t. III, p. 397, 1846.

(2) *Ann. des mines*, 3^e sér., t. II.

argiles bigarrées et gypsifères, assez semblables à celles que la Société avait observées près de la faille de Caseville et au sujet desquelles les mêmes discussions et les mêmes interprétations opposées ont été reproduites.

La marée continuant à monter, la Société s'est hâtée d'atteindre le rocher du Goulet, qui a de tout temps offert aux géologues une si riche moisson en fossiles nummulitiques, et qui n'a pas, cette fois encore, démerité de sa réputation de richesse. Après quoi on s'est rapidement dirigé vers Biarritz, en longeant la falaise connue sous le nom de *côte des Basques*, constituée par des marnes bleues, à *Serpula spirulæa*, pauvres en fossiles, limitées à la base par une zone à Orbitolites et à la partie supérieure (que la Société n'a pu atteindre) par un horizon analogue à celui de Bos-d'Arros.

Dans l'après-midi, la Société, partie de Biarritz, s'est d'abord dirigée vers les falaises si pittoresques et si étrangement découpées, qui séparent le Port-Vieux du Port-des-Pêcheurs, pour étudier les calcaires arénifères jaunes à *Eupatagus ornatus*, immédiatement supérieurs aux marnes à Serpules; puis, de là, elle s'est portée vers le phare, où elle a pu voir les couches nummulitiques supérieures, constituées par des marnes arénifères bleues à *Operculina ammonæa*, *Schizaster*, *Cytherea Verneuilii*, qui se montrent dans quelques carrières ainsi qu'à la *Chambre d'amour*, où la Société a terminé sa course et d'où elle est rentrée à Bayonne.

Après le compte rendu de cette course, M. Cotteau présente les considérations suivantes sur les échinides fossiles rencontrés dans les falaises de Bidart et de Biarritz.

Trois espèces seulement ont été recueillies dans la craie :

Un *Holaster*, que les auteurs ont rapporté tantôt à l'*H. subglobosus*, de l'étage cénomaniens, tantôt à l'*H. integer* de la craie sénonienne, et qui pourrait bien constituer un type nouveau; un *Echinochorys*, presque toujours déformé, mais qui rappelle l'*Echinochorys vulgaris*, var. *striata*, de la craie de Tercis; puis, dans les calcaires rosés qui surmontent la craie de Bidart, une seconde espèce d'*Holaster*, plus petite, et qui se rapproche de l'*Holaster planus*.

M. Cotteau insiste sur le nombre vraiment prodigieux de

genres et d'espèces d'échinides que renferment les falaises nummulitiques de Biarritz.

Dans le mémoire qu'il a publié en 1863, et dont un résumé a été donné dans le *Bulletin* (1), quarante-trois espèces, réparties en vingt-quatre genres, sont indiquées à Biarritz sur un espace de 3 kilomètres à peine. Ce nombre s'est encore augmenté de plusieurs espèces par les recherches qui ont été faites depuis. Le point le plus riche de la falaise est sans contredit le *Rocher du goulet*. La Société n'a pu y rester que quelques instants, et au moment où la marée montante commençait à le couvrir ; cependant on a pu y recueillir plusieurs types intéressants : le *Cidaris subularis*, d'Arch., dont les radioles sont allongés et couverts de granulations ; le *Cælopleurus Agassizi*, d'Arch. ; le *Sismondia planulata*, Desh. ; des espèces fort rares et dont nous ne connaissons qu'un seul exemplaire ; le *Pygorhynchus grignonensis*, Ag. ; l'*Echinolampas ellipsoidalis*, d'Arch. ; le *Periaster verticalis* et le *Schizaster Leymeriei*, toujours écrasés et déformés, mais cependant parfaitement reconnaissables ; le *Macropneustes pulvinatus*, remarquable par sa grande taille, et quelques autres espèces en fragments indéterminables.

M. Cotteau termine cette communication en appelant l'attention des géologues du pays sur les richesses paléontologiques que renferment le *Rocher du goulet* et la *Roche-Percée*, qui ont déjà fourni tant d'espèces nouvelles d'échinides aux rares géologues qui les ont explorées. Il exprime, dans l'intérêt de nos connaissances sur la paléontologie de l'époque crétacée, l'espoir que les géologues du pays se livreront, dans ces localités, à des recherches suivies, que des naturalistes étrangers peuvent rarement entreprendre.

M. le Président donne à la Société un aperçu des principaux faits qu'elle devra reconnaître pendant les deux jours suivants, dans son ascension à la montagne de la Rhune et dans son excursion aux environs de Sare.

M. Maxwell-Lyte présente à la Société un gros échantillon de sel gemme, provenant des couches salifères de Dax. Ce

(1) T. XXI, p. 84.

gîte fut découvert, il y a trois ans, par un serrurier, à la suite d'un sondage qu'il avait entrepris dans son jardin, au pied des remparts de la ville, à l'effet d'y découvrir une source d'eau chaude. A une profondeur de 30 mètres, sa sonde se rompit sur une couche de sel gemme, qu'il continua à percer en employant l'eau, et qui n'a pas moins de 13 mètres de puissance sur ce point.

M. Maxwell-Lyte ajoute quelques détails sur la position et l'allure géognostique de ce gîte salifère, et dépose sur le bureau plusieurs exemplaires d'une brochure dans laquelle il a étudié la position stratigraphique, la composition chimique et les conditions d'utilisation de ce sel gemme.

Séance du jeudi 11 octobre 1866.

La séance est ouverte à huit heures du soir, sous la présidence de M. Leymerie, dans le salon de l'hôtel de ville de Bayonne.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est mis aux voix et adopté.

M. le Président annonce comme désirant faire partie de la Société :

M. FARNHAM MAXWELL-LYTE, vice-président de la Société Ramond, présenté par MM. de Verneuil et Leymerie.

M. le docteur DELVAILLE, secrétaire de la Société philomatique de Bayonne, présenté par MM. Leymerie et Cotteau.

M. Arnaud DETROYAT, propriétaire à Bayonne, présenté par MM. Hébert et Lory.

M. le Président soumet ensuite à la Société le projet d'excursion à faire pour le lendemain, et il rend compte de la course faite par la Société à la Rhune, dans la journée du mardi 9 octobre, et de la découverte du terrain houiller sur le versant de cette montagne.

Le compte rendu de cette excursion peut être ainsi présenté :

Partie de Bayonne pour se rendre à la montagne de la Rhune, dont les formes imposantes s'aperçoivent à l'horizon

de cette ville, vers le sud-ouest, et près de la frontière espagnole, la Société a pris le chemin de fer jusqu'à Saint-Jean-de-Luz. Elle s'est rendue de là, en voiture, à Ascain, en suivant de près les bords de la Nivelle qui coule, depuis cette petite ville jusqu'à son embouchure, au milieu des calcaires et des argiles schisteuses de la partie inférieure du terrain crétacé.

La Société a ensuite entrepris l'ascension de la montagne, ne voyant d'abord devant elle que la montagne de la petite Rhune ou Hucelhaya, au pied de laquelle elle est arrivée par une pente assez douce, en marchant sur un terrain argileux. Au milieu de ce terrain, on a trouvé tout d'un coup un pointement d'ophite entièrement décomposée, dont les dégradations se mélaient insensiblement aux argiles et qui ne s'annonce extérieurement par aucun accident dans le relief du sol. Bientôt après on gravissait, au milieu des châtaigniers, les flancs même de la Petite-Rhune, constitués d'abord par des grès métaxites blancs, parsemés de nombreuses paillettes de mica potassique et de taches ferrugineuses, puis par des grès rouges un peu moins riches en kaolin et en mica, et en tout semblables aux grès triasiques des autres contrées de la France, enfin par des poudingues à cailloux impressionnés et fendillés, qui sont venus compléter l'analogie et justifier l'assimilation de ce système au terrain de trias.

Arrivée au haut de la petite Rhune, la Société a vu se dresser devant elle la Grande Rhune, et, après avoir franchi le vallon gazonné qui sépare ces deux montagnes, elle a gravi le flanc escarpé de cette dernière par un chemin en zig-zag, le long duquel on a pu reconnaître la même succession d'assises arénacées.

Après un repos, au milieu de la redoute, où les Français se défendirent contre les alliés, repos employé à profiter de la vue immense dont on jouit du haut de ce sommet, tant sur les côtes espagnoles que sur les rivages de France, le pays basque et le Béarn, on est redescendu dans le vallon. De là, sous la conduite d'un guide du pays, on a été visiter sur le flanc méridional de la Petite Rhune des essais d'exploitation d'une anthracite, dont la découverte remonte à plusieurs années, et

que l'on disait être subordonnée aux terrains de transition. Chemin faisant, la Société a rencontré sous ses pas, et dans une position inférieure aux grès, des grauwackes, des conglomérats, et des schistes rouges qui ont éveillé son attention par leur ressemblance frappante avec certaines couches permienes des autres parties de la France. En continuant sa marche descendante elle est arrivée au milieu d'assises phylladiennes, schisteuses et noirâtres, au milieu desquelles le Secrétaire de la réunion a eu la bonne fortune de découvrir des spécimens de *Pecopteris* (*P. Nestleriana*), qui permettent de classer ce terrain comme terrain houiller. Avertie de cette découverte, la Société s'est livrée à des recherches plus attentives, et l'on a bientôt dégagé de ces schistes de nombreuses empreintes de *Sigillaria*, *Calamites*, *Annularia*, *Dictyopteris*, *Asterophyllites*, *Noeggerathia* (1), qui ne laissaient plus aucun doute. Dans le cours de ces investigations on est arrivé à la mine où ont été faits depuis plusieurs années quelques travaux de recherche dans le but d'exploiter un lit presque insignifiant d'un combustible pyriteux, qui, tout mauvais qu'il puisse être, n'en constitue pas moins le représentant, dans ces contrées, des couches de houille si puissantes dans d'autres régions de la France, dont elles alimentent l'industrie et constituent la principale richesse.

L'heure avancée n'a pas permis à la Société de s'arrêter longtemps près de ce curieux gisement. Elle a seulement constaté l'existence d'une faille intermédiaire et parallèle aux deux chaînes de la Grande et de la Petite Rhune, faille à laquelle on doit de voir affleurer le terrain houiller au milieu de ces deux montagnes qui peuvent être considérées comme des sœurs jumelles, tant sous le rapport de la conformité du relief que sous celui de leur constitution géognostique.

On est ensuite rapidement redescendu au village d'Ascain et, de là, la Société est rentrée à Saint-Jean-de-Luz, où elle a passé la nuit.

(1) Voyez plus loin, p. 846, la note de M. Éd. Bureau sur ces empreintes végétales.

M. Leymerie rend ensuite compte de l'excursion que la Société a faite la veille aux environs de Sare.

Cette narration peut être ainsi rendue :

La Société s'est dirigée en voiture, de Saint-Jean-de-Luz à Sare, où l'attendait M. Michel Dihursubeherer, qui s'est gracieusement offert à lui servir de guide. Sur tout ce parcours, on a marché sur les argiles feuilletées de la base du terrain crétacé qui constituent la majeure partie des coteaux du Béarn.

De Sare, on s'est porté au sud vers la crête qui sert de frontière naturelle à la France et à l'Espagne, et, après avoir cheminé quelque temps sur les argiles feuilletées dont il vient d'être fait mention, on est arrivé au pied de la montagne d'Ibantelly, que l'on a commencé à gravir pour aller voir une mine de charbon appartenant à M. Dihursubeherer.

Dès le commencement de cette excursion, M. le Président a conduit la Société dans une carrière située à gauche de la route où l'on exploite un calcaire gris, compacte, dans lequel M. Leymerie avait découvert antérieurement la *Caprotina lævigata*, caractéristique de l'étage cénomaniens, découverte importante au moyen de laquelle il a pu fixer l'âge des argiles feuilletées (schistes pourris de M. Leymerie), qui paraissent reposer sur ce calcaire à Caprines.

La Société n'a pu vérifier la présence de ces fossiles autrement que par la trace de leurs sections qui sont parfaitement visibles.

En continuant à monter, on a marché sur des grès, puis sur des phyllades gris verdâtres, satinés, qui représentent les terrains paléozoïques (dévonien), et dans lesquels se trouvent des lentilles de quartzite. Enfin, après avoir suivi la crête qui établit la frontière entre la France et l'Espagne, on est arrivé au gîte charbonneux où l'on exploite, au moyen d'une galerie peu profonde, une houille analogue à celle de la Rhune, et qui se trouve placée entre les phyllades paléozoïques et les grès rouges que l'on aperçoit à la cime de l'Ibantelly.

La Société est ensuite redescendue à Sare, et elle est revenue de là à Saint-Jean-de-Luz et à Bayonne.

A la suite de ce compte rendu, il s'engage une discussion

sur l'âge des argiles feuilletées (schistes pourris de M. Leymerie) que la Société a observés en sortant de Sare, à laquelle prennent part MM. Leymerie, Hébert et Garrigou.

M. Garrigou déclare s'associer à M. Leymerie pour rapporter ces argiles schisteuses à l'étage turonien d'Alc. d'Orbigny, et plus spécialement à la partie supérieure de cet étage, qu'elles représenteraient dans les Pyrénées. Il déclare les avoir suivies depuis l'Aude et l'Ariège jusqu'au sud d'Oloron, dans les Basses-Pyrénées, où feu M. Louis Martin les avait prises pour en observer la continuation jusqu'à Ascain, ainsi qu'à Saint-Jean-de-Luz et Bidart, sur les bords de l'Océan.

Les rudistes de Leyherc et de Sainte-Croix, dans l'Ariège, ont permis à M. Garrigou de caractériser ce terrain qu'il considère comme constitué par les assises suivantes :

1° A la base, par une brèche dont la continuité a été observée, sur une étendue de 200 kilomètres, de l'Aude à l'Océan, et qui emprunte ses éléments aux terrains sur lesquels elle repose. (Cette brèche passe insensiblement aux grès turoniens par la diminution des éléments qui la constituent.)

2° Au-dessous, par des grès, composés à la base de bancs assez épais, alternant avec des argiles schisteuses qui, à leur tour, finissent par dominer, tandis que les grès diminuent.

M. Garrigou pense que c'est à la partie supérieure de ces grès, essentiellement argileux, comme on vient de le voir, que l'on doit rapporter les *schistes pourris* de M. Leymerie.

M. Leymerie, sans vouloir contredire ce que vient d'exposer M. Garrigou, fait ressortir la différence des caractères que présentent les couches crétacées et nummulitiques, suivant qu'on les observe à l'est ou à l'ouest de la vallée d'Aure, et il s'étonne que l'on ait pu suivre, avec une continuité aussi parfaite, les couches dont il vient d'être fait mention, depuis l'Aude jusqu'à l'Océan.

M. Hébert demande à M. Garrigou quelques détails sur les couches auxquelles sont superposés les grès à Hippurites.

M. Garrigou répond que ces grès reposent sur les brèches

dont il vient de parler et qui séparent nettement l'étage turonien de l'étage cénomanien. Il ajoute que sur les points où les rudistes abondent, comme à Foix, à Saint-Paul, à Celles, à Montgaillard, à Pradières et à l'Herm, dans l'Ariège, on observe une discordance de stratification entre les terrains qui représentent l'étage cénomanien et ceux qu'il vient de décrire comme se rapportant à l'étage turonien.

M. Dihursubeherer, qui a bien voulu guider la veille la Société dans sa course aux environs de Sare, dépose sur le bureau divers ossements et quelques silex qu'il a recueillis dans une caverne de la montagne de l'Atchouria, près de cette dernière localité. Parmi ces ossements il en est d'humains, et quelques-uns paraissent avoir été en partie carbonisés.

M. Garrigou rapporte cette caverne à l'*âge du Renne*, d'après la présence d'une mâchoire inférieure qui lui paraît appartenir à cette espèce. Il fait ressortir l'analogie d'aspect qu'offrent les silex de cette caverne avec ceux des grottes du Périgord, de Bruniquel, dans le Tarn, et enfin avec ceux de la grotte d'Espalungue dans les Basses-Pyrénées qu'il a eu occasion de décrire avec feu son ami, M. Louis Martin. Jusqu'à la découverte de M. Detroyat, dont il a été rendu compte dans la première séance, on n'avait point trouvé de station humaine d'un âge aussi ancien dans cette partie des Pyrénées (1).

Il espère que l'on ne négligera pas, dans l'étude des cavernes, de tenir compte de leurs altitudes relatives qui paraissent offrir quelques relations avec l'ancienneté des débris qu'on y trouve enfouis, ainsi qu'il a cherché à le montrer dans un travail qu'il dépose sur le bureau (2).

L'*âge de l'Ours* occuperait, d'après M. Garrigou, le niveau le plus élevé; au-dessous viendrait l'*âge du Renne*. Enfin l'*âge de la pierre polie* se rencontrerait dans des cavernes tantôt inférieures, tantôt supérieures en altitude à celles de

(1) La caverne d'Espalungue, la plus rapprochée dans le pays, est au sud de Pau, près d'Arudy.

(2) *Étude comparative des alluvions quaternaires et des cavernes à ossements*, par M. F. Garrigou et L. Martin.

l'âge du Renne. Lorsque ces trois âges seraient représentés dans une même grotte, l'âge de la pierre polie se trouverait à la partie supérieure, celui de l'Ours à un niveau moins élevé, et l'âge du Renne dans une position intermédiaire.

M. Garrigou n'adopte pas l'âge du *Mammouth* comme plus ancien que celui de l'Ours, ainsi que M. Dupont a cru récemment le reconnaître dans les cavernes de la Belgique; il croit que l'Ours et le *Mammouth* vivaient simultanément, l'un dans la plaine, l'autre dans la montagne, ce qui explique que le gisement habituel du premier se trouve dans les alluvions, tandis que l'on rencontre le second dans les cavernes, tous deux près des lieux qu'ils ont habités.

M. le Président raconte ensuite la visite que la Société a faite le même jour à la mine de sel de Villefranque.

Poursuivie par le mauvais temps que déjà elle avait éprouvé dans sa course de la veille, la Société n'a pu faire qu'une excursion fort courte, qui s'est bornée à la visite de la mine de sel de Villefranque, dans laquelle M. l'ingénieur Gindre a bien voulu la guider, et à l'étude des terrains avoisinant immédiatement ce gîte salifère.

Après avoir visité l'exploitation (1), la Société s'est dirigée à l'ouest vers le gîte d'ophite, situé dans le voisinage de cette mine, et qui consiste en un diorite profondément altéré, dont les cavités sont tapissées de petites écailles de fer oligiste cristallisé. Puis revenant à l'est de la mine, elle y a constaté la présence de bancs de calcaire nummulitique à *Serpula spirulæa*, plongeant au sud-est et recouvrant des marnes dans lesquelles on a antérieurement découvert des fossiles crétacés. On s'est ensuite dirigé au sud, et, au sommet d'une côte assez longue, on a pu observer la présence de poudingues rougeâtres qui paraissent se rapporter à des terrains plus anciens. Une pluie battante a mis fin à cette course, et la Société est rentrée à Bayonne.

A propos de l'âge de ce gîte salifère, M. Hébert déclare qu'ayant reconnu près de cette mine la série normale des

(1) D'après les renseignements fournis sur les lieux par M. Gindre, le gîte de sel gemme se présenterait sous la forme d'une lentille verti-

assises triasiques, il emporte la conviction que ce gîte salifère doit être considéré, de même que la plupart des gisements de sel analogues dans les Pyrénées, comme faisant partie du terrain du trias et plus particulièrement de l'étage des marnes irisées, dont les représentants existeraient près de cette mine.

M. le Président n'adopte pas cette interprétation et il expose les raisons qui lui font croire que les phénomènes qui ont accompagné la production des gîtes de sel dans les Pyrénées ont modifié, de la même manière, les assises au milieu desquelles ils sont intercalés de façon à leur donner un air de parenté qui est indépendant de la nature des terrains au milieu desquels ils se trouvent (1). Il fait ressortir la liaison de ces gîtes de sel avec les pointements d'ophite et parle de l'âge de cette dernière roche à laquelle il assigne une limite inférieure qui ne dépasse pas le trias.

M. Garrigou annonce, contrairement à cette dernière opinion, qu'il a constaté l'intercalation des ophites dans des couches plus anciennes que le trias et même dans les terrains paléozoïques. Il cite, à l'appui de cette assertion, la présence de l'ophite :

1° *Dans le terrain silurien*, à Saint-Paul (Ariège), dans les couches à Orthocère et à *Cardiola interrupta*; à Lourdes, au-dessous des ardoisières du Pont-Neuf et en allant vers Argelès.

2° *Dans le terrain triasique*, où, d'accord avec M. Virlet, M. Garrigou considère l'ophite comme occupant la place du

cale au milieu des argiles salifères, supportant d'une part la craie, de l'autre accolées à l'ophite. Cette lentille de sel serait obliquement sillonnée de stries parallèles inclinant au N. O., c'est-à-dire vers la direction opposée au plongement des couches nummulitiques. Elle a été traversée sur 35 mètres de profondeur et n'aurait pas moins de 65 mètres de large. D'après MM. Crouzet et de Freycinet (*Ann. des mines*, 5^e sér., t. IV, p. 395, 1853), le sel gemme se trouverait subordonné à des couches crétacées. Telle paraît être aussi l'opinion du Président de la Société, opinion qui n'est pas adoptée par quelques membres.

(1) Voyez plus loin, p. 850, à l'appui de cette idée, la note supplémentaire de M. Meugy.

muschelkalk, entre les marnes irisées et le grès rouge : par exemple à Arignac, Bimont, Salies, Lacour (Ariège).

3° Dans le terrain jurassique, où l'ophite se trouve en fragments englobés par le terrain à Comus (Aude), au pied et au sud-est de Saint-Barthélemy, entre Durban et le Mas-d'Azil, où se trouvent des fossiles qui ne laissent aucun doute sur l'âge du terrain. M. Garrigou déclare en terminant, qu'il partage entièrement l'opinion de M. Virlet au sujet de l'ophite, et qu'il regarde cette roche *magnésienne* comme *n'étant pas éruptive* et comme ayant été formée par voie de métamorphisme aux dépens d'un terrain stratifié précédent déposé au sein de la mer.

M. le Président élève à propos de la parfaite exactitude de ces observations des doutes que M. Garrigou essaye de lever en s'appuyant sur ses propres recherches, ainsi que sur les observations inédites de feu M. Louis Martin.

M. Hébert déclare que, bien qu'il soit porté à considérer l'apparition de l'ophite comme indiquant partout le voisinage du trias, il ne s'associe nullement à l'opinion de M. Garrigou relativement à l'origine sédimentaire de cette roche.

Séance du samedi 13 octobre 1866, tenue à Orthez.

La Séance est ouverte à huit heures du soir, sous la présidence de M. Leymerie, dans une des salles de l'hôtel de ville d'Orthez.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance tenue à Bayonne, qui est mis aux voix et adopté.

On procède à l'élection provisoire des trois membres présentés dans la séance précédente, tenue à Bayonne.

M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

MAXWELL-LYTE, vice-président de la Société Ramond ;

Le docteur DELVAILLE, secrétaire de l'association philomatique de Bayonne ;

DETROYAT (Arnaud), propriétaire à Bayonne.

M. Lory, sur l'invitation de M. le Président, rend compte, de la façon suivante, de la course que la Société a faite au pays de Labourd, dans la journée du vendredi 12 octobre.

Il signale d'abord le trajet de Bayonne à Urucuray, près d'Hasparren, pendant lequel la Société a cheminé constamment au milieu du terrain crétacé schisteux (étage des calcaires de Bidache), extrêmement plissé et tourmenté, dont les formes surbaissées ne donnent lieu à aucune saillie notable, au pied des Pyrénées. Au-dessous de ces assises argileuses, la Société a pu observer un affleurement de calcaire noir, qui paraît appartenir au terrain jurassique, d'après quelques fragments de fossiles que divers membres ont découverts dans une carrière où ce calcaire est exploité.

Puis, à Hasparren, ces terrains sont brusquement interrompus et se trouvent en contact avec le bord d'un épais massif granitique. Ce contact est évidemment le résultat d'une faille, au pied de laquelle le terrain crétacé, refoulé contre le massif résistant des terrains plus anciens, a été plissé ainsi qu'on l'a vu.

En traversant le noyau granitique du Labourd, la Société a pu observer tous les passages du gneiss au granite qui se réduit en arènes friables, et dans le granite, un grand nombre de filons de pegmatite, à grandes parties, dont le feldspath est exploité comme *petunzé*, dans les manufactures de porcelaine. Ces pegmatites renferment de beaux micas argentins, dont les lamelles, de dimensions assez grandes, couvrent le sol en certains points, des tourmalines, des grenats et des émeraudes.

Ces associations de minéraux rappellent très-bien les pegmatites du Limousin et de diverses autres localités du plateau central ou de la Bretagne que l'on trouve également en filons dans un granite commun, profondément désagrégé.

A Louhossoa, un gros filon de pegmatite entièrement décomposée donne lieu à d'importantes exploitations de kaolin. Le massif granitique est encore coupé ici brusquement, selon toute probabilité, par une autre faille, au delà de laquelle les terrains primaires, fortement redressés, s'élèvent en hautes cimes et continuent la chaîne pyrénéenne (Pas de Roland). Près de la pegmatite kaolinisée, on re-

marque un calcaire cristallin lamellaire, d'un blanc bleuâtre, renfermant divers minéraux, entre autres un beau mica vert émeraude, des pyrites de fer et de cuivre, et surtout des *paillettes hexagonales de graphite*. Cette belle roche, comme la plupart des calcaires de cette nature dans divers autres pays, donne, par la cassure, une odeur très-fétide, annonçant qu'elle est imprégnée de quelque matière volatile hydrocarbonnée.

On peut présumer que les paillettes de graphite sont elles-mêmes un produit de la décomposition lente de cette matière volatile et d'une précipitation également lente du carbone, par suite d'une combustion incomplète du carbure d'hydrogène.

Après avoir étudié ce calcaire depuis longtemps signalé par les principaux géologues qui se sont occupés de cette région, la Société s'est dirigée vers Cambo, petite ville connue par des eaux minérales, dont la présence se rattache sans doute également à l'existence de cette même faille qui limite le massif granitique du Labourd.

Près de cet endroit les terrains primaires sont recouverts par des calcaires noirs que M. Leymerie avait signalés comme devant appartenir au terrain jurassique et représenter, peut-être, l'étage du lias.

L'approche de la nuit ne permettait pas à la Société de consacrer à l'examen de ces couches calcaires assez de temps pour pouvoir décider de leur âge. Aussi a-t-elle dû se borner à examiner rapidement les pierres extraites d'une carrière voisine et dans lesquelles ont été trouvées plusieurs espèces d'Ammonites, dont le faciès rappelle celles de l'*étage oxfordien*. Ainsi, le terrain jurassique moyen existerait sur ce point, ce qui constituerait un fait nouveau dans cette partie des Pyrénées. Malheureusement la Société n'a pu poursuivre ces observations intéressantes et elle a dû rentrer à Bayonne.

A la suite de cette communication, M. le Président fait remarquer que la pegmatite qui, habituellement, forme des veines parallèles à la stratification du gneiss, se présente dans une position transversale à cette même stratification dans plusieurs autres localités que la Société n'a pas visitées, et il ajoute qu'il considère cette roche comme une roche d'érup-

tion et non de transsudation. Il fait en outre observer que le calcaire cristallin de Louhossoa paraît occuper une position intermédiaire entre le terrain de transition et le kaolin.

M. le Président fait connaître ensuite à la Société la classification du terrain crétacé des Pyrénées, à laquelle il s'est arrêté après de longues études. Il divise ce terrain, si important pour ces montagnes, en deux grands étages : le *grès vert*, comprenant les types *aptien* et *cénomannien* et la *craie* qui est plus complète dans les Pyrénées que partout ailleurs en France, puisqu'elle offre, outre les types *turonien*, *sénonien* et un étage supérieur parallèle à la craie du Danemark (*danien*), un nouvel étage qu'il a découvert dans la Haute-Garonne, et auquel il a donné le nom de *garumnnien*.

M. Leymerie met alors sous les yeux de la Société deux feuilles de sa carte géologique de la Haute-Garonne, où ce nouveau type joue un rôle important, et montre qu'il se prolonge dans l'Ariège et dans l'Aude sans interruption.

M. le Président invite ensuite M. Lory à donner un aperçu des faits observés par la Société pendant le jour même, dans son excursion à Sainte-Suzanne et à Montalibet, aux environs d'Orthez. M. Lory rend ainsi compte de cette course :

Partie de Bayonne le matin même, la Société s'est dirigée par le chemin de fer vers Orthez, d'où elle est ensuite repartie dans l'après-midi à l'effet d'étudier le curieux relèvement des assises crétacées inférieures qui affleurent près de cette ville dans le lit même du Gave et sur les collines qui bordent cette rivière au sud.

La Société a constaté dans cette course l'existence d'un calcaire marneux à *Exogyra aquila*, d'abord dans le lit du ruisseau qui traverse le village; puis elle a suivi ces mêmes calcaires en montant par la route jusqu'à la hauteur d'un plateau où ils se montrent très-fossilifères et bien caractérisés.

En avançant sur ce plateau, ils paraissent s'enfoncer sous des calcaires plus compactes, remplis de sections curvilignes de fossiles, parmi lesquels M. Leymerie signale particulièrement la *Caprotina lævigata*, et qui seraient les équivalents

des calcaires à Caprines reconnus, dans une des courses précédentes, à Sare.

Enfin, plus loin encore, se montrent les calcaires de Bidache avec empreintes de fucoïdes.

Tout cet ensemble plonge dans le même sens avec une inclinaison constante et très-modérée, de telle sorte qu'il ne paraît pas y avoir d'incertitude au sujet de l'ordre de succession de ces assises.

En redescendant à Sainte-Suzanne et en se dirigeant vers Montalibet, on trouve, immédiatement et au même niveau que les marnes à *Exogyra aquila* du ruisseau, un tout autre groupe de couches. Ce sont des calcaires et des marnes à Orbitolines, avec quelques fossiles contournés indéterminables. M. Leymerie a vu dans ces assises les équivalents géognostiques des calcaires à *Caprotina lævigata*, et ce savant géologue les classait dans son étage cénomani.

M. Lory fait observer à ce sujet qu'il résulte des observations d'inclinaison et de direction faites sur les lieux que ces calcaires à Orbitolines avaient une stratification toute différente de celle des couches à *Exogyra aquila*.

Lorsque la Société, en quittant le village de Sainte-Suzanne, a rencontré, en premier lieu, les couches à Orbitolines, elles étaient relevées presque jusqu'à la verticale, et leur direction, mesurée sur les lieux par M. de Lapparent, différait beaucoup de celle des assises peu inclinées, à *Exogyra aquila*, situées de l'autre côté du village.

Plus loin, au sommet de Montalibet, ces minces couches à Orbitolines sont peu inclinées, mais leur sens d'inclinaison, ainsi que leur direction, sont encore tout différents de ceux des marnes aptiennes à Exogyres de Sainte-Suzanne, et ces deux lambeaux de terrains juxtaposés ont ainsi subi des dislocations tout à fait indépendantes.

M. Lory en a conclu (et il croit en cela être d'accord avec le plus grand nombre de ses confrères), que l'on ne pouvait nullement affirmer que ces couches à Orbitolines sont supérieures aux marnes aptiennes. Il doit y avoir entre les affleurements de ces deux groupes une dislocation, une faille, et rien n'empêche, dès lors, de se fier au caractère fourni par

l'abondance extrême des Orbitolines qui paraissent identiques avec celles que l'on rencontre à la partie supérieure de l'étage *urgonien*, dans le Dauphiné, à la Clape, etc.

Les traces de quelques autres fossiles trouvés à Montalibet autorisent encore ce rapprochement qui s'étendrait aussi aux couches de Vinport; celles-ci paraissent renfermer plusieurs espèces communes avec les faunes de Rimet, de la Clape, etc.

La série crétacée ne s'arrêterait pas dans ce point, ainsi que le pense M. Leymerie, à l'étage *aptien*; elle comprendrait encore l'étage *urgonien*.

La nuit ayant surpris la Société dans son exploration des couches à Orbitolines de Montalibet, elle a dû suspendre ses recherches et regagner Orthez.

M. le Président remercie M. Lory d'avoir bien voulu résumer les faits observés le jour même à Sainte-Suzanne. Une discussion s'engage ensuite entre MM. Leymerie, Hébert, Cotteau et Lory, au sujet des rapports de position des marnes aptiennes à *Exogyra aquila* et des couches à Orbitolines de Montalibet.

M. Cotteau insiste sur l'intérêt que lui ont présenté les terrains crétacés que la Société vient d'examiner aux environs d'Orthez, et il signale notamment la zone à *Echinospatagus Collegnii*, qui se montre à découvert dans une marnière, sur le bord du chemin de Buteux. Ce sont pour lui les mêmes couches aptiennes qu'à la Clape (Aude), que caractérise un mélange remarquable de fossiles néocomiens et aptiens. A Orthez, comme en Provence, comme dans l'Aude et sur beaucoup d'autres points, l'espèce qui domine est l'*Echinospatagus Collegnii*, souvent mal conservé, mais toujours reconnaissable à ses ambulacres légèrement déprimés.

Les marnes de Montalibet paraissent à M. Cotteau occuper un niveau un peu plus inférieur. Malgré l'heure avancée, quelques membres de la Société y ont recueilli plusieurs radioles du *Cidaris pyrenaica*, Cott. « Or, cette espèce, ajoute M. Cotteau, l'une des plus belles et des mieux caractérisées de la faune pyrénéenne, a été rencontrée à la Soule (Ariège), à la Quintaine, près de Gruinain (Aude), à Vinport, près de

» Tercis (Landes), dans les étages *néocomien* supérieur ou » *aptien* inférieur, à un niveau qui nous paraît, comme à » MM. Hébert et Lory, correspondre aux couches à Orbitolites » de Rimet (Isère). »

M. le Président exprime son opinion sur la question qui fait l'objet de la discussion.

M. Hébert ajoute quelques mots sur la position des deux terrains dont l'âge est en question, et il déclare adopter l'hypothèse de la faille que vient d'émettre M. Lory, comme suffisante pour expliquer leurs relations stratigraphiques et s'accordant avec leurs caractères paléontologiques.

M. le Président termine cette séance en indiquant sommairement les principales observations que la Société aura occasion de faire à Dax et dans les environs, pendant la journée du lendemain. Il adresse à M. le maire d'Orthez, présent à la séance, les remerciements de ses confrères et les siens pour l'empressement avec lequel il a bien voulu mettre une salle de la mairie à la disposition de la Société.

La séance est levée à dix heures.

Séance du lundi 15 octobre 1866, tenue à Pau.

La séance est ouverte à huit heures du soir dans une des salles de l'hôtel de ville de Pau, sous la présidence de M. Leymerie, qui annonce à ses confrères que M. le pasteur Ém. Frossard, Président de la Société Ramond, assiste à la séance.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, tenue à Orthez, qui est mis aux voix et adopté.

M. Ém. Frossard dépose sur le bureau les premiers exemplaires du *Bulletin de la Société Ramond*, ainsi qu'un *Mémoire sur les dépôts glaciaires des environs de Pau*, qu'il offre au nom de l'un des membres de cette Société, M. Stuart-Mentath.

M. Frossard fait ressortir l'importance que l'on doit attacher à la création d'une Société d'observateurs dans les Pyrénées, et il offre à la Société géologique le concours empressé de ses confrères.

M. le Président annonce ensuite comme désirant faire partie de la Société :

MM.

Émilien FROSSARD, pasteur de l'Eglise réformée, à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), présenté par MM. de Verneuil et Leymerie ;

Le comte Henri RUSSELL-KILLOUGH, Secrétaire de la Société Ramond, résidant à Pau, 3, rue du Lycée, présenté par MM. Collomb et Leymerie ;

William Patrick STUART-MENTEATH, membre de la Société Ramond, résidant à Pau, présenté par MM. Hébert et Cotteau.

M. Leymerie prend la parole pour rendre compte de la première partie de l'excursion du jour précédent et de la visite que la Société vient de faire à Dax, au gîte de sel nouvellement découvert dans cette ville, aux sources thermales et au pointement d'ophite auquel paraissent se relier les deux premiers phénomènes.

M. le Président invite ensuite M. Cotteau à rendre compte de la dernière partie de la course du jour précédent, qui avait principalement pour but l'exploration des terrains crétacés et nummulitiques des environs de Tercis.

A onze heures, dit M. Cotteau, la Société à laquelle s'était joint M. le docteur Blanchet, qui connaît si parfaitement la localité, a pris le chemin de fer jusqu'à la station de Rivière, puis elle a traversé l'Adour et s'est rendue dans les carrières de Vinport.

Les déblais de ces carrières lui ont offert une grande quantité de fossiles, dont l'ensemble caractérise l'étage *néocomien* supérieur ou l'étage *aptien* inférieur et paraît, comme les couches de Montalibet, près d'Orthez, correspondre aux assises à Orbitolines, de Rimet, dans l'Isère.

Parmi les espèces recueillies dans ce gisement (1), nous citerons le *Cidaris pyrenaica*, le *Cyphosoma Loryi*, des radioles de *Goniopygus Noguesi*, de nombreux Brachiopodes appartenant aux genres *Terebratula* et *Rhynchonella*, un Spondyle, voisin du *Spondylus Roemeri*, un *Ostrea* qui rappelle l'*Ostrea Boussingaulti*, de nombreux bryozoaires et des spongiaires aux espèces variées.

Les calcaires exploités dans les carrières de Vinport sont marneux, de couleur grise ou bleuâtre, et la Société a pu constater leur direction fortement redressée. Les carrières, au nombre de trois, ont été successivement visitées. Entre la seconde et la troisième existe un lambeau de craie qui se rattache à un horizon supérieur et qui paraît, pour ainsi dire,

(1) Voici, d'après M. Hébert, la liste des fossiles découverts jusqu'à ce jour dans cette intéressante localité :

- Cidaris pyrenaica*, Cott. (*C. vesiculosus*, Dumortier).
Cyphosoma Loryi, Cott.
Goniopygus Noguesi, Cott. (*G. peltatus*, Noguès), radioles.
Terebratula prælonga, Sow.
— *sella* (*T. Moutoniana*, Dam.).
— *tamarindus*, Sow.
— *nuciformis*, Sow.
— *lentoidea*, Leym.
— *pseudojurensis*.
Terebratella Delbosii, Héb. (*T. Menardi*, Leym).
— *Dumortieri*, Héb.
Rhynchonella lata, d'Orb.
— *depressa*, d'Orb.
Ostrea macroptera, Sow.
— *Tombeckiana*, d'Orb. (*Exogyra spiralis*, Nog.).
— *Boussingaulti*, d'Orb.
Janira atava, Rœm.
Monopleura Lamberti, Mun.-Ch.
Caprina Verneuli, Bayle (*C. Baylei*, Coq.).
Caprotina ?
Orbitolina conoidea.
Discælia glomerata, de From.
— *icaunensis*, d'Orb.
— *monilifera*, de Loriol.
Siphonocælia oblongua, de Loriol.
Elasmostoma, (voisin de l'*E. neocomiensis*, de Loriol).

intercalé entre les couches à Orbitolines, par suite d'une petite faille ou d'un glissement.

Dans cette craie supérieure, remarquable par sa couleur blanche, M. le docteur Blanchet a recueilli, dans une précédente course, un fragment très-reconnaissable de *Temnocidaris magnifica*, signalé seulement jusqu'ici dans la craie à *Echinochorys* des environs de Saint-Gaudens (Haute-Garonne).

La Société s'est ensuite dirigée vers les carrières de Tercis, ouvertes dans la craie supérieure et dont les bancs redressés jusqu'à la verticale, sur les bords de l'Adour, constituent dans leur ensemble un escarpement élevé, qui a été désigné dans le pays par le nom de *Grande-Roque*.

La roche, disposée en bancs épais, est tendre, d'un gris blanchâtre, et on l'exploite pour la fabrication de la chaux hydraulique.

Les fossiles et notamment les échinides n'y sont pas rares. Un des plus abondants est l'*Echinochorys vulgaris*, var. *striata*, *conoidea* et *gibba*. Cette dernière variété atteint quelquefois des proportions énormes, et, dans aucune autre localité, nous n'avons remarqué d'aussi gros exemplaires. On a recueilli également l'*Holaster subcarinatus*, Cott., et l'*Echinoconus sulcatus*, d'Orb., plusieurs espèces de *Micraster*, des Inocérames larges et profondément striés, des Huîtres (*O. vesicularis*), des Nautilus, des Ammonites, des Hamites, des Scaphites, etc., constituant, pour la plupart, des types nouveaux.

Après avoir visité la dernière carrière qui est la plus rapprochée de l'Adour, et dont le niveau géognostique paraît être un peu plus élevé, tout en renfermant des fossiles à peu près identiques, la Société est revenue sur ses pas et, contournant par le sommet la colline au pied de laquelle sont creusées les carrières qu'elle venait de visiter, elle a traversé des argiles légèrement micacées, tantôt vertes, tantôt rouge lie de vin et renfermant de nombreux rognons d'aragonite (1). Ces

(1) Ce sont ces argiles bigarrées que certains géologues considèrent comme un étage normal dans la série des terrains créacés et qui cor-

argiles, qui se trouvent à proximité d'un petit pointement d'ophite, paraissent se relier à la formation crétaée et se placer entre les couches de Vinport et la craie de Tercis, sans qu'il soit possible d'observer leur contact avec l'un ou l'autre de ces deux groupes d'assises.

La Société est ensuite redescendue vers l'Adour, et elle a rencontré à mi-côte, au lieu dit *Bédât*, une nouvelle carrière de craie qui occupe, selon toute apparence, un horizon géognostique supérieur à celui que l'on avait rencontré dans les carrières de Tercis.

Là encore les oursins dominent, mais ils appartiennent à des espèces différentes : c'est l'*Isaster aquitanicus*, type remarquable et qui n'a encore été rencontré que dans la craie des environs de Dax ; c'est l'*Echinoconus tercensis*, Cott. ; le *Cyclaster piriformis*, Cott. ; un *Micraster*, voisin du *Micraster Matheronii*, mais qui paraît se distinguer de cette dernière espèce par un sillon antérieur plus profond, et auquel, dans nos Échinides des Pyrénées, nous avons donné le nom de *Micraster tercensis* ; c'est surtout l'*Echinochorys vulgaris*, var. *tercensis*. Cette dernière espèce, ainsi que l'*Isaster aquitanicus*, est surtout abondante, et les membres de la Société ont pu en faire une ample provision.

A quelque distance de Bédât, en revenant du côté de Dax, la Société, sur les indications de M. Tournouër, a visité une carrière ouverte dans les marnes à Nummulites que caractérisent de jolies Térébratulines, quelques gastéropodes intéressants, et dans laquelle M. Lory a découvert une belle tige de *Pentacrinites*, de 0^m,20 de longueur.

Un peu plus loin, la Société s'est arrêtée dans les carrières de Lespéron, qui dépendent du calcaire à Astéries. La faune y est très-riche. Malgré l'heure avancée et la nuit qui s'approchait, les membres de la Société y ont recueilli de beaux exemplaires de *Natica crassatina*, d'énormes *Teredo*, de nombreux mollusques, tantôt garnis de leur test, tantôt à

respondraient aux argiles gypseuses et salifères au milieu desquelles se trouveraient les principaux gîtes salins des Pyrénées. Il est bon de faire remarquer qu'ici, comme à Villefranque et dans les falaises de Biarritz, l'ophite accompagne de près ces argiles.

l'état de moules intérieurs, quelques échinides, notamment l'*Echinocyamus piriformis*, un *Periaster*, voisin du *Periaster Raulini*, et de nombreux fragments de *Macropneustes Meneghini*. La Société est ensuite revenue à Dax, et de là elle est rentrée à Orthez, par le chemin de fer.

M. Tournouër présente à la suite de cette communication quelques observations relatives aux calcaires tertiaires, à *Natica crassatina*, de Lespéron, par la visite desquels la Société a terminé sa course aux environs de Tercis.

Ces calcaires sont redressés avec les marnes nummulitiques, sur lesquelles ils reposent immédiatement sous un angle de 33 degrés environ, et dans une direction générale, analogue à celle des roches crétacées voisines. Ce relèvement, sur lequel M. Tournouër a déjà appelé incidemment l'attention, au point de vue de quelques-unes des conséquences que l'on peut en tirer (1), et sur lequel il demande la permission d'insister de nouveau, est un fait intéressant. En effet, rapproché des faits analogues qui s'observent dans les communes de Benesse, de Gaas et ailleurs, il prouve que les soulèvements sous-pyrénéens des environs de Dax, qui ont bouleversé les terrains crétacés et nummulitiques, ont affecté également des couches qu'on a d'abord classées dans le terrain tertiaire inférieur, mais que leurs fossiles ont fait ranger depuis par tous les géologues qui se sont occupés des terrains tertiaires du sud-ouest sur le même horizon que les sables de Fontainebleau (2). Ces couches sont ainsi constituées en discordance de stratification avec les faluns jaunes si connus de Saint-Paul, de Dax, et les faluns gris supérieurs à *Cardita*

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XX, p. 649 et suiv.

(2) La Société, dans sa course très-rapide, a pu recueillir elle-même à Lespéron plusieurs des espèces caractéristiques de cet étage et de son faciès méridional si constant dans la région des Alpes ou des Pyrénées et dont les marnes de Gaas, au sud de Dax, offrent le plus beau type fossilifère, tels que : *Natica crassatina*, Lamk, *N. angustata*, Brong., *Cerithium Charpentieri*, Bast., *C. elegans*, Desh., *C. plicatum*, Brug. (rare ici), et, dans la partie inférieure de la formation, le *C. trochleare*, var. *diaboli*, Brong., très-commune à l'état d'empreintes dans les assises supérieures, avec *Stephanocœnia elegans*, Mich. ?

Jouanneti, Bast., et à grands échinides de la vallée de Luy, qui s'étendent horizontalement au pied des collines accidentées de la Chalosse.

A propos des observations que vient de présenter M. Tournouër, M. Leymerie fait remarquer que les couches nummulitiques de Tercis paraissent se placer, par tous leurs caractères, entre la craie et le terrain tertiaire, à peu près au même niveau que son étage *garumniën*.

Il fait encore observer que le soulèvement dont il vient d'être question n'est pas particulier à la petite région où M. Tournouër vient de le signaler et qu'il a une plus grande généralité.

M. le Président invite ensuite M. Tournouër à résumer les principaux faits observés par la Société dans son excursion faite le jour même à Bos-d'Arros, près de Gan, aux environs de Pau.

M. Tournouër rend ainsi compte de cette course :

La Société s'était proposé pour but de reconnaître le gisement des marnes nummulitiques de Bos-d'Arros, dont les fossiles ont acquis une grande notoriété par la publication qu'en a faite M. Alex. Rouault dans les *Mémoires de la Société géologique* (1), et qui étaient restées un gisement isolé jusqu'à ce que M. Pellat (2) et M. Jacquot (3) eussent retrouvé la même faune dans les falaises du Port-des-Basques près de Biarritz, à la partie supérieure de l'étage à *Serpula spirulæa*, confirmant ainsi le classement qui en avait été proposé par M. Delbos dès 1855 (4). Ces deux gisements extrêmes sont d'ailleurs reliés par les affleurements intermédiaires de la même assise que M. Tournouër a reconnus dans les environs d'Orthez et de Peyrehorade (5), le long du Gave de Pau, et il faut sans doute y rattacher encore, du côté de l'est,

(1) *Mém. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. III, 1850.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XX, p. 674.

(3) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XXV, 4^e livr.

(4) *Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour*, 1855.

(5) *Ann. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XXV, 4^e livr.

les affleurements nummulitiques qui ont été observés par M. Éd. Lartet et signalés par M. d'Archiac aux environs d'Ossun, de Pontacq et ailleurs (1).

La Société devait observer, en même temps, le poudingue qui surmonte les marnes et que M. Leymerie rattache à son poudingue éocène dit *poudingue de Palassou*.

La Société qui a regretté de ne pouvoir être guidée, dans cette course, par son honorable Président, et qui n'a pu, d'ailleurs, consacrer que quelques heures à cette excursion, s'est fait transporter directement à Gan. Dans ce trajet rapide, elle n'a pu que noter, au passage, les masses de poudingues qui forment les collines que traverse la route de Pau aux Eaux-Bonnes, et qui se relie au coteau de Jurançon.

Arrivée à Gan, la Société a pris la route de Pardies et, sur les bords mêmes de cette route, elle n'a pas tardé à reconnaître les premiers affleurements des marnes nummulitiques verdâtres, foncées, qui sont surtout apparentes à l'embranchement du chemin de Bos-d'Arros. On y a recueilli : l'*Orbitoides Fortisii*, le *Nummulites granulosa*, de petits gastéropodes caractéristiques de ce gisement, et même un fragment d'une très-grande espèce d'*Ovula*, non citée par M. A. Rouault et qui rappelle les grandes Ovules du terrain tertiaire inférieur du bassin de Paris.

La Société a constaté ensuite, en se dirigeant à quelques centaines de mètres vers le nord, que ces marnes, dont l'allure et la position stratigraphique ne pouvaient pas être étudiées directement sur la route de Pardies, étaient surmontées par la masse de poudingues calcaires qui couronne les coteaux environnants et qui, au point où ils ont été observés (à 350 mètres d'altitude), présentaient un prolongement sensible de 40 degrés environ vers le nord. Ce sont ces poudingues que la Société avait traversés, beaucoup plus bas, sur la route de Pau à Gan, et que M. Leymerie rattache au grand système de poudingues de montagnes, si développé dans la Haute-Garonne et dans l'Ariège, et qui, sous le nom de

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVI, p. 813.

poudingue de Palassou, termine pour lui, dans toute cette région, la série éocène.

Ces poudingues des environs de Pau ont, au contraire, été classés généralement plus haut dans la série et traités par les géologues qui s'en sont occupés, tantôt comme miocènes, tantôt comme pliocènes, tantôt même comme diluviens (1).

La Société n'a eu l'occasion, dans la course très-peu étendue et trop rapide qu'elle a faite aux environs de Pau, d'observer aucun fait de superposition ou autre qui lui permit de se faire une opinion et de formuler une appréciation sur cette question dont la solution exige la connaissance complète des systèmes tertiaire et post-tertiaire des Pyrénées. Elle a seulement constaté que les marnes nummulitiques de Bos-d'Arros sont surmontées par un poudingue, que ce poudingue est composé d'éléments *calcaires*, d'un assez faible volume, et légèrement incliné vers le nord, se distinguant ainsi facilement de l'autre poudingue à éléments siliceux et plus volumineux, que tous les géologues s'accordent à rapporter à une époque plus récente.

La Société s'est ensuite dirigée vers le sud et du côté du village de Bos-d'Arros, dans l'espérance de saisir, s'il était possible, la relation inférieure des marnes nummulitiques avec les terrains crétacés.

Elle a visité quelques carrières de calcaires blancs compactes, passant en quelques points à une sorte de brèche, et dont les bancs sont séparés à la partie supérieure par des couches argileuses grises, où l'on a trouvé des débris d'êtres organisés, parmi lesquels M. Colteau a pu reconnaître un *Holaster* voisin de l'*Holaster cor-avium*, mais néanmoins nouveau, et des radioles paraissant correspondre au *Cidaris clavigera* et au *Cidaris sceptrifera*, variété très-remarquable par sa grande taille et la grosseur de ses gemmules.

(1) Voyez entre autres : Dufrenoy, *Description géologique de la France*, t. III, 1836. — Delbos, *Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour*, 1855, coupe de Pau à Arudy. — De Collegno, *Sur le terrain diluvien des Pyrénées* (*Ann. Sc. géol.*, 1843). — Raulin, *Note sur l'Aquitaine*, passim. — Garrigou, *Bull. Soc. géol.*, t. XXIII, 1866, pl. IX, fig. 44. — Stuart-Menteth, *Bull. Soc. Ramond*, juillet 1866.

La Société n'a pu poursuivre plus loin ses investigations et elle est rentrée à Pau (1).

M. Leymerie fait remarquer, à la suite de cette communication, que le poudingue de Palassou se trouve à Ossun et à Pau même, sous le parc du château de Pau, ainsi que près du village de Jurançon. Partout, sur cette roche, se cultivent des vignes célèbres par l'excellence des crûs qu'elles produisent.

M. Leymerie met, à ce sujet, sous les yeux de la Société, une coupe des environs de Pau.

Enfin, il résume les observations précédentes faites dans les Pyrénées pendant la durée de la session et, après avoir profité de cette occasion pour montrer à ses confrères un essai d'une carte géologique générale des Pyrénées, qu'il se propose de publier prochainement, il remercie la municipalité de Pau du bienveillant concours qu'elle lui a prêté en mettant à sa disposition les salles de l'hôtel de ville et prononce la clôture de la session extraordinaire de 1866.

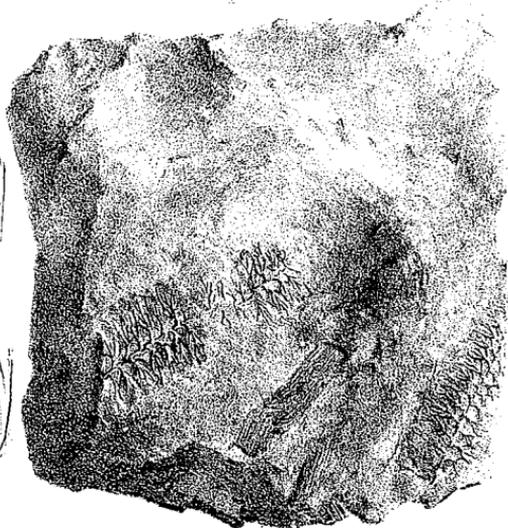
Note sur les plantes fossiles du dépôt houiller de la Rhune (Basses-Pyrénées), par M. Éd. Bureau (pl. XIV).

M. Louis Lartet, pendant une des excursions faites par la Société géologique lors de sa dernière session extraordinaire, découvrit à la Rhune (Basses-Pyrénées) une couche remplie de végétaux fossiles. Il choisit rapidement un petit nombre d'échantillons, et plusieurs de nos confrères, avertis par lui, participèrent à cette récolte.

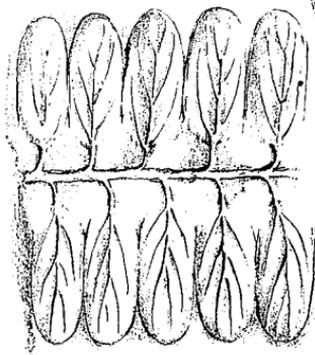
De retour à Paris, M. Lartet a bien voulu me communiquer les fragments recueillis par lui-même et par M. Tardy; j'ai étudié avec grand soin les empreintes qu'ils présentent, et c'est le résultat de cette étude que je viens soumettre à la Société.

La roche de la Rhune est un grès micacé noir, offrant tous les caractères du psammite houiller, et passant sur quelques échantillons au schiste argileux. La conservation des plantes fossiles qui y sont contenues est, en général, satisfaisante, et il est évident que des recherches suivies dans cette localité procureraient de fort beaux spécimens.

(1) Voyez plus loin, p. 852, à propos de cette excursion, la note supplémentaire de M. Tournouër.



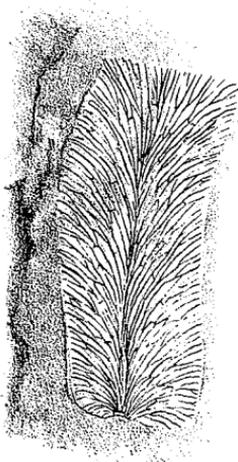
2



3



4



Grabowski del.



Imp. Pecquet Paris.

1 - 2. *Pecopteris Bartelii*, Bur.

3 - 4. *Dictyopteris neuropteroides*, Grab.

Voici la liste des espèces et des formes végétales non spécifiquement déterminables, qu'il m'a été possible de reconnaître.

1. *PECOPTERIS NESTLERIANA*, Ad. Brongn., *Hist. des végét. fossiles*, t. I, p. 327, pl. CXII, fig. 4.

Un bel échantillon, recueilli par M. Lartet, montre trois fragments de penne qui ne diffèrent par aucun caractère appréciable des figures du *P. Nestleriana*, données par M. Brongniart. Quelques autres empreintes de la même espèce, plus grandes, mais moins nettes, existent sur un échantillon rapporté par M. Tardy. Il est fâcheux qu'aucune d'entre elles ne permette de voir la pinnule inférieure d'une penne. Cette pinnule doit être beaucoup plus grande que les autres dans le *P. Nestleriana*. Il sera bon de chercher à constater ce caractère lorsqu'on fera de nouvelles fouilles dans la localité.

Il n'existe, dit M. Brongniart, qu'un seul échantillon connu du *P. Nestleriana*. Il appartient au Muséum de Strasbourg, et l'on sait seulement qu'il provient du terrain houiller.

2. *PECOPTERIS LARTETII*, n. sp., Pl. XIV, fig. 1 et 2.

P. foliis bi?-tri?-pinnatifidis; pinnulis usque ad tertiam circiter partem inter se unitis, cæterum contiguis etiam subimbricatis, margine integris, apice obtusis; nervo medio cujusque pinnulæ angulo recto vel quasi recto e nervo pinnæ nascenti, nervulis autem paucis (utrinque 2-3) simplicibus rectis valde obliquis, nempe angulo acutissimo e nervo pinnulæ medio orientibus; nervis nervulisque prominentissimis, admodum perspicuis.

Bien que cette espèce ne soit pas sans analogie, pour la longueur et la disposition des pinnules, avec le *Pecopteris abbreviata*, Br., et le *P. unita*, Br., type de la section des *unitæ*, elle me paraîtrait cependant mieux placée, à cause de la force, de la saillie et de la netteté de ses nervures, parmi les espèces à nervules simples de la section des *cyathoides*, notamment auprès du *P. arguta*, Sternb.; mais elle s'éloigne, il me semble, de toutes les espèces de *Pecopteris* jusqu'ici figurées ou décrites, par le contraste que forme le mode d'insertion des nervules sur la nervure médiane de chaque pinnule, avec la manière dont s'attache cette dernière nervure sur la côte de la penne. En effet, les pinnules, de même que leur nervure médiane, sont placées à angle droit par rapport à l'axe de la penne, tandis que les nervules partent de la nervure médiane de chaque pinnule sous un angle tellement aigu que leur ensemble figure une sorte de pinceau ou d'aigrette.

Il résulte des dispositions générales de la nervation qu'il y a, comme dans le *Pecopteris arguta*, au-dessous de chacun des sinus qui séparent les pinnules, un assez large espace dépourvu de nervures; mais, dans le *P. arguta*, cet espace a presque la figure d'un triangle équilatéral, parce que les premières nervules naissent très-près de la nervure médiane de la penne, tandis que dans le *P. Lartetii* l'espace en question offre une forme pentagonale, à angle supérieur très-aigu, parce que les nervules inférieures prennent leur origine beaucoup plus haut et qu'elles ont une direction bien plus fortement ascendante.

Je n'ai vu de cette espèce que trois portions de pinnules sur un même fragment de roche recueilli par M. Louis Lartet; aussi aurais-je pu hésiter à la décrire, si je ne lui avais trouvé des caractères aussi prononcés et aussi faciles à reconnaître.

Toutes les formes qui paraissent s'en rapprocher appartiennent au terrain houiller.

Fig. 1. *Pecopteris Lartetii*, grandeur naturelle.

Fig. 2. Portion de pinnule grossie.

3. DICTYOPTERIS NEUROPTEROIDES, v. Gutbier, *in litt.*; H. B. Geinitz, *Die Verstein. der Steinkohlenformation in Sachsen*, p. 23, tab. 28, fig. 6; *Neuropteris squarrosa*, Ettinghausen, *Die Steinkohlenflora von Stradonitz in Böhmen*, p. 10, tab. 6, fig. 3, in *Abandl. d. k. k. geol. Reichsanst. I Bd. 3 Abth.*

Pl. XIV, fig. 3 et 4.

Plusieurs folioles ou fragments de folioles de cette espèce ont été trouvés par MM. Lartet et Tardy. J'ai représenté celui de ces échantillons dont les nervures sont le mieux conservées. Il se rapporte parfaitement bien à la figure d'Ettinghausen et aux empreintes provenant des bassins houillers de Carmeaux (Tarn), de Saint-Étienne, de Saint-Bérain, du Creusot et de la Vendée, que j'ai pu voir dans les collections du Muséum.

Fig. 3. *Dictyopteris neuropteroides*. Foliole de grandeur naturelle (l'extrémité manque, mais on voit, sur le même fragment de roche, le bout d'une autre foliole).

Fig. 4. Foliole précédente grossie.

4. ANNULARIA BREVIFOLIA, Ad. Brongn., *Prodr.* p. 156; *Annularia sphenophylloides*, v. Gutbier, *in Gaea v. Sachsen*, p. 71; Geinitz, *Die Verstein. der Steinkohlenformation in Sachsen*, p. 11, tab. 18, fig. 10.

Deux ou trois fragments bien reconnaissables ont été recueillis par

M. Lartet. J'ai comparé ce fossile de la Rhune aux échantillons types de l'*Annularia brevifolia*, étiquetés par M. Brongniart, qui se trouvent dans la collection du Muséum; l'identité est complète. D'après l'excellente figure de l'*Annularia sphenophylloides* donnée par Geinitz, je suis convaincu que cette espèce ne diffère en rien de l'*Annularia brevifolia*, plante assez répandue dans le terrain houiller; Carmeaux, Saarbruck, etc.

5. Traces d'une plante à feuilles linéaires et verticillées; probablement un *Asterophyllites*.

Collection de M. L. Lartet.

6. CALAMITES CISTII, Ad. Br., *Hist. vég. foss.*, p. 129, pl. XX. Geinitz, *Die Verst. der Steinkoh. in Sachsen*, p. 7; pl. II, fig. 7, 8; pl. 12, fig. 4, 5; pl. 13, fig. 7.

Six ou sept échantillons recueillis par MM. Lartet et Tardy, et se rapportant bien aux descriptions et aux figures citées. Quelques fragments montrent encore leur écorce qui est très-mince; le plus grand a un décimètre de long sur 3 centimètres de large; mais je n'ai vu d'articulation sur aucun, ce qui peut laisser encore quelque doute sur l'exactitude de la détermination.

7. SIGILLARIA.

Cette empreinte de la collection de M. Lartet offre quelque analogie avec la figure du *Sigillaria oculata*, Schloth., donnée par Geinitz (*Die Verst. der steinkohl. in Sachsen*, pl. 5, fig. 10). Elle ne s'y rapporte cependant pas exactement, et il est bien probable que c'est une espèce nouvelle; mais on ne peut donner ni description ni figure d'après un échantillon aussi mal conservé. Cette tige est accompagnée de feuilles linéaires, larges de 3-4 millimètres, qui lui appartenaient certainement.

8. NOEGGERATHIA.

Trouvé par M. Lartet. Il n'y a que l'extrémité d'une foliole. Le fragment est trop petit pour être déterminé spécifiquement.

Il y a encore, sur les échantillons que j'ai examinés, plusieurs débris très-incomplets, indiquant qu'on trouvera à la Rhune d'autres formes végétales que celles énumérées ci-dessus; mais, quels que puissent être les résultats des recherches futures, la liste précédente suffit pour démontrer d'une manière incontestable la présence si controversée du terrain houiller dans les Pyrénées. Cette liste,

tout incomplète qu'elle est, autorise même à aller plus loin dans les déductions et à considérer le dépôt des couches houillères de la Rhune comme très-probablement, sinon certainement, postérieur à l'époque du calcaire carbonifère. Les niveaux situés au-dessous de ce calcaire sont en effet caractérisés, au point de vue de la botanique fossile, par une grande prédominance des plantes appartenant au groupe des Lépidodendrées, plantes qui doivent être fort rares à la Rhune, puisqu'il n'y en a pas trace dans les deux collections que j'ai vues. Les fougères, vers la partie inférieure du terrain houiller, sont surtout représentées par le genre *Sphenopteris*, genre dont l'importance relative diminue au-dessus du calcaire carbonifère, et qui manque jusqu'ici dans la localité dont nous nous occupons. Le genre *Pecopteris* n'offre, dans les plus anciens dépôts de houille, qu'une ou deux espèces à fronde très-découpée et d'un aspect très-grêle, tandis que, dans les couches plus récentes de la formation houillère, il est très-riche en espèces, qui ont pour la plupart des formes robustes, analogues à celles des *Pecopteris Nestleriana* et *Lartetii*. C'est dans ces mêmes couches postérieures au calcaire carbonifère que les *Sigillaria* se montrent en grand nombre, et qu'ont été trouvés exclusivement jusqu'ici les genres *Dictyopteris* et *Annularia*. Ces deux genres, du moins, ne figurent pas dans les listes des fossiles du terrain houiller inférieur publiées par M. Gœppert.

En résumé, absence ou rareté relative des Lépidodendrées et des *Sphenopteris*, présence des *Sigillaria*, *Dictyopteris* et *Annularia*, ainsi que de formes du genre *Pecopteris* étrangères aux couches carbonifères inférieures, telles sont les raisons qui me portent à penser que le dépôt de la Rhune s'est produit vers le milieu ou vers la fin de la période houillère.

Note sur l'âge des gîtes salifères du bassin de l'Adour,
par M. Meugy.

Il a été question, dans la dernière séance que la Société géologique a tenue à Bayonne, de l'âge du sel gemme exploité dans les départements du sud-ouest, le long de la chaîne des Pyrénées. L'opinion qui tend à rapporter ces dépôts à la formation des marnes irisées ayant paru partagée par plusieurs personnes, je ne crois pas inutile de faire connaître mes appréciations à ce sujet.

Il n'est pas impossible sans doute qu'en certains points le sel gemme et le gypse ne soient contemporains du trias, ainsi que M. de Verneuil dit l'avoir observé en Espagne; mais, outre ce gisement clas-

sique si connu dans nos départements de l'Est, il en est un beaucoup plus récent, qui paraît être en relation intime avec l'ophite, comme M. Dufrénoy l'a fait remarquer depuis longtemps.

On a avancé que le *facies* des argiles bigarrées qui accompagnent le sel était tout à fait semblable à celui des marnes du keuper. Mais il est un fait beaucoup plus important, sur lequel il convient d'appeler l'attention. C'est qu'à Villefranque, à Urcuit, à Briscous, à Sallies (Basses-Pyrénées), à Dax et à Gaujacq (Landes), dans tous les points où la présence du sel a été constatée, on ne voit pas de grès triasiques. Or, si les gîtes salifères des Pyrénées appartenaient au trias, on devrait trouver dans leur voisinage, au moins pour quelques-uns d'entre eux, ces grès si puissants que la Société a pu observer jusqu'au sommet de la Rhune, et dont les relèvements doivent être assez fréquents pour ne pas rester toujours inaperçus.

Ainsi, absence de la roche la plus caractéristique du trias dans les régions salifères, tandis qu'au contraire l'ophite paraît ne faire jamais défaut. A Dax, le monticule ophitique des Lazaristes se trouve à deux pas du sel; à Gaujacq, à Villefranque, à Sallies, c'est la même chose. En un mot, il est impossible de ne pas reconnaître les rapports étroits qui lient ces deux terrains, et ces rapports ne peuvent pas résulter d'une coïncidence fortuite.

M. Hébert a dit que, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Saint-Gaudens, il avait constaté des fragments d'ophite dans des couches bien évidemment jurassiques. Mais je ne vois pas que cette observation puisse prouver autre chose, si ce n'est qu'il y aurait eu dans les Pyrénées des éruptions d'ophite antérieurement aux dépôts jurassiques. Cette roche n'a pas, en effet, surgi nécessairement à une seule et même époque, et il convient de remarquer d'ailleurs qu'elle est, pour ainsi dire, la seule matière éruptive dans la région pyrénéenne qui semble avoir été pour elle un véritable lieu d'élection. C'est un centre où la cause à laquelle elle doit son origine n'a pas cessé d'agir pendant un certain temps. On peut concevoir par exemple qu'à l'époque triasique, si remarquable par ses émanations métallifères, l'ophite surgissait déjà dans les Pyrénées, tandis qu'ailleurs apparaissaient des porphyres affectant les dépôts houillers, comme dans le Lot, près de Figeac.

Les modifications qui se sont produites au contact de cette roche prouvent clairement, d'ailleurs, que ses derniers effets se sont produits à une date postérieure aux derniers dépôts crétacés. La Société a pu voir, en effet, sur la plage, entre Bidart et Biarritz, à côté d'un pointement d'ophite, le calcaire nummulitique passer à une sorte de marbre blanchâtre bréchiforme qui n'offre ce caractère qu'en ce point.

La masse d'argile ou plutôt de marne bleuâtre à laquelle ce calcaire appartient, et dont les strates sont inclinées à 30 degrés environ vers le nord, a-t-elle quelque représentant dans d'autres points de la France? Je ne sais. Mais elle m'a rappelé par sa position, sa puissance et ses fossiles, le *London clay*, qui a immédiatement précédé le dépôt du calcaire grossier. Et les sables fins qui constituent la falaise entre la villa Eugénie et le phare de Biarritz m'ont paru aussi avoir une certaine analogie avec ceux de Mons en Pévele (départ. du Nord) qui renferment comme ces derniers la *Nummulites planulata*, caractéristique du système *ypresien* du Nord de la France et de la Belgique.

Si cette manière de voir se trouvait confirmée par d'autres faits, les éruptions ophiitiques dont il s'agit pourraient être considérées comme contemporaines de la période éocène.

Note sur les terrains tertiaires des environs d'Orthez ;
par M. R. Tournouër.

Je regrette que la Société géologique n'ait pas pu compléter l'examen si intéressant qu'elle a fait du massif créacé d'Orthez par l'observation des terrains tertiaires qui se rencontrent aussi dans les environs de cette ville, et je lui demande la permission de prendre occasion de sa réunion à Orthez pour l'entretenir brièvement de ces terrains, dont je me suis occupé déjà dans une note qui a été publiée dans les *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, tome XXV, 4^e livraison, 1865, et relative à *quelques affleurements des marnes nummulitiques de Bos-d'Arros dans la vallée du Gave de Pau*.

C'est sur la rive droite du Gave, et à 2 kilomètres et demi à l'est de la ville, dans le quartier de Souars, que se trouve un affleurement incontestable de ces marnes éocènes, dont les fossiles avaient été confondus par Grateloup avec ceux d'autres marnières voisines qui appartiennent au miocène supérieur. Ces marnières inférieures, peu exploitées aujourd'hui, offrent, au contraire, les fossiles les plus caractéristiques de l'horizon de Bos-d'Arros : *Nummulites planulata*, Lmk, *N. granulosa*, d'Arch., *N. Rouaulti*, d'Arch., *Orbitoides Fortisii*, d'Arch., *Serpula spirulæa*, Lmk, *Cerithium Verneuilii*, Roua., *Turritella Duvalii*, Roua., *Cordieria iberica*, Roua., etc. Quant à la position stratigraphique de ce très-petit affleurement, elle est fort obscure, et je ne puis pas en dire autre chose, si ce n'est que ces marnes semblent être en contact immédiat, par suite d'une faille, avec les calcaires créacés inférieurs de la carrière de Larroque qui sont relevés presque verticalement avec une direction S.-E.-N.-O.,

et qu'elles doivent elles-mêmes avoir une assez forte inclinaison, car elles disparaissent rapidement vers le nord ou vers l'est, le long du Gave de Pau, où elles sont remplacées par une formation plus récente. L'intérêt de cet affleurement consiste surtout en ce qu'il a donné un plan pour relier, avec d'autres affleurements intermédiaires observés auprès de Peyrehorade, le gisement extrême de Bos-d'Arros, près de Pau, à celui que MM. Pellat et Jacquot avaient reconnu dans la falaise du Port des Basques à Biarritz.

Ces marnes nummulitiques sont évidemment inférieures à un grand système d'argiles d'eau douce panachées, verdâtres et jaunâtres, avec quelques calcaires argileux ou marneux subordonnés, qu'on observe sur le flanc de tous les coteaux et dans les ravins entre Orthez et Mesplède, argiles que j'avais rapportées avec quelque doute et que je rapporte sans hésitation à la grande formation d'eau douce de l'Armagnac et du Gers, supérieure à la formation fluvio-marine de Bazas et de l'Agenais, et représentant pour moi la base des faluns proprement dits de Bordeaux. M. Jacquot (1) avait déjà reconnu l'extension de cette assise vers l'ouest, dans le bassin de l'Adour, à Mont-de-Marsan et à Saint-Sever, au-dessous des mollasses marines à *Cardita Jouanneti*. Depuis, M. Raulin a constaté (2) qu'elle se prolongeait davantage encore dans cette direction, et qu'elle atteignait même le Gave de Pau, à peu près suivant une ligne tirée de Pomarez à Sordes et passant par Habas. Des observations toutes récentes, que j'ai faites le long du Gave de Pau en amont d'Orthez, depuis Souars jusqu'à Argagnon, m'engagent à rapporter à la même formation les dépôts régulièrement stratifiés qui, sur cette étendue, bordent le Gave et ont été coupés en tranchée par la voie du chemin de fer. Ce sont des strates parfaitement réglées et horizontales sur une hauteur de 10 mètres au moins, d'argiles, de mollasses plus ou moins dures, de marnes blanches, de bancs calcaires grisâtres avec fragments de têtes noirs et minces de coquilles (probablement Limnées et Planorbis), dont l'allure et l'aspect sont tout à fait ceux d'un dépôt tertiaire d'eau douce, et qui sont surmontées par un épais manteau, fort distinct, de cailloux siliceux et de poudingue diluvien à assez gros éléments. On peut même induire de l'épaisseur et de l'horizontalité de ces assises, qu'elles dépassent évidemment le Gave sur sa rive gauche et se poursuivent probablement du côté de Pau, et aussi presque du côté de Navarreix où M. Noulet (*Mém. s. coq. foss. d'eau douce du*

(1) *Act. Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XXIV.

(2) *Act. Acad. de Bordeaux*, 1865-1866.

S.-O., 1854) a cité la *Melania aquitanica*, fossile caractéristique de cet étage dans tout le Gers et jusque dans le Lot-et-Garonne (environs de Fos).

Au-dessus de ce système d'eau douce qui constitue, comme on le voit, par son étendue superficielle et aussi par sa puissance, un des membres les plus importants de la série tertiaire, dans le bassin français sous-pyrénéen, et auquel M. Jacquot paraît avoir rapporté tout récemment (*Ann. des min.*, t. IX, 1866) la plus grande partie des dépôts miocènes lacustres de la péninsule espagnole, la Société aurait pu voir au N.-E. d'Orthez, en remontant le petit ruisseau, qui près de Souars traverse les marnes nummulitiques, jusqu'au fond d'un ravin qui est au-dessus de la métairie de Parent, un affleurement restreint mais depuis longtemps signalé par Grateloup et par M. Delbos, des faluns supérieurs à *Ostrea crassissima*, Lmk, et *Cardita Jouanneti*, Bast. Cet affleurement se relie évidemment à la suite non interrompue des mollasses grises du même étage de la vallée du Luy qui pénètrent jusqu'ici par le coteau de Salles; sa faune, cependant, qui est encore à étudier d'une façon rigoureuse, présente quelques différences avec celles de ces derniers gisements, aussi bien qu'avec celle de Saubrigues; et cet affleurement est d'ailleurs très-supérieur à ceux du Luy par son altitude (100 mètres au moins), qui doit s'expliquer sans doute par le relèvement général des terrains vers la chaîne des Pyrénées. Cet affleurement donne le point extrême, jusqu'ici connu, d'une (1) ligne qui, tirée d'Orthez par Gartin jusqu'à Lectoure dans le Gers, limite assez exactement la formation marine à *Ostrea crassissima* dans l'ancien golfe de l'Aquitaine et son envahissement sur la formation d'eau douce de l'Armagnac qui s'étend à l'est.

Ces deux formations miocènes, le dépôt marin supérieur et le dépôt d'eau douce précédent dessinent donc comme une ceinture autour d'une partie du massif crétacé d'Orthez qu'ils isolent du côté de l'ouest et du nord des massifs de Peyrehorade et de Saint-Sever; et ces dépôts ne semblent pas avoir jamais recouvert les roches précédemment soulevées et redressées de la craie. Au contraire, le sommet de tous les coteaux aux environs et particulièrement au N.-O. d'Orthez est occupé par une masse puissante de sables jaunes, blancs ou sanguinolents, avec petits graviers de quartz, qui témoigne d'une immersion postérieure et générale de toute la région, et qui rappelle

(1) D'après l'indication de M. Noulet rappelée plus haut, sur le gisement de la *Melania aquitanica* dans les Basses-Pyrénées, la mollasse marine miocène pénétrerait même jusque près de Navarreix.

exactement les caractères de la vaste formation du sable des Landes sur une foule de points. Ce dépôt sableux du sommet des coteaux se distingue, tant par sa composition et son aspect que par son altitude qui atteint 180-190 mètres, du dépôt caillouteux à gros éléments du fond de la vallée que nous avons vu par exemple à 80 ou 100 mètres plus bas recouvrir les assises tertiaires d'Argagnon. Ce dernier dépôt caillouteux seulement appartient évidemment à l'époque quaternaire; le premier, au contraire, semble plus ancien et remonte sans doute à une époque antérieure au creusement des vallées. Mais entre toutes les questions que la géologie de la chaîne des Pyrénées laisse encore à résoudre, celle que soulève l'étude des dépôts sableux et caillouteux du Béarn et de la Chalosse est l'une des plus difficiles et des moins avancées.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

D'OMALHUS-D'HALLOY. — Sur un mémoire de MM. Briart et Cornet, annonçant la découverte à Mons (Belgique), d'un gisement de calcaire grossier au-dessous des sables du Soissonnais.	44
J.-R. TOUCAS. — Sur l'infra-lias du Beausset (Var)	48
VIRLET D'AOUST. — Coup d'œil général sur la topographie et la géologie du Mexique et de l'Amérique centrale	44
L. PILLET. — Sur le terrain argovien aux environs de Chambéry	50
ARNAUD. — Des argiles lignifères du Sarladais	59
LEVALLOIS. — Sur la découverte, due à MM. Albert Falsan et Arnould-Locard, de deux lits à ossements dans le Mont-d'Or lyonnais.	64
Edm. PELLAT. — Observations sur la communication précédente.	66
A. BOUÉ. — Lettre sur des ossements humains trouvés dans les environs de Labr (grand-duché de Bade)	70
J.-J. BIANCONI. — Sur l'ancien exhaussement du bassin de la Méditerranée.	72
A. LOCARD. — Sur la présence de deux <i>bone-beds</i> dans le Mont-d'Or lyonnais	80
MEUGY. — Sur l'âge des lignites de Cimeyrols et des environs de Sarlat (Dordogne).	89
GRUNER. — Sur une roche éruptive trappéenne de la période houillère.	96
Ed. HÉBERT. — Sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale et des Alpes, et sur l'oligocène d'Allemagne	126
DUMORTIER. — Lettre sur la zone à <i>Avicula contorta</i>	145
P. DE ROUVILLE. — Sur le gîte ossifère du Montredon (Hérault).	148
L. PAYRAS. — Sur les recherches faites dans les collines de Montredon, près de Montouliers (Hérault).	153
E. JOURDY. — Étude de l'étage séquanien aux environs de Dôle (Jura).	155
Th. ÉBRAY. — Sur la structure des Alpes dauphinoises.	172
DE VIGNET. — Sur une coupe des calcaires du Briançonnais.	178
DE ROYS. — Sur l'argile plastique considérée comme assise géologique.	183
FOUQUÉ. — Sur la non-altération des couches de houille en contact avec des roches éruptives	190
Edm. PELLAT. — Sur les assises supérieures du terrain jurassique de Boulogne-sur-Mer, et croquis des falaises situées entre Wimeux et les moulins de Ningle.	193
Ed. HÉBERT. — Sur le terrain jurassique du Boulonnais	216
SARMMANN. — Observations sur les communications précédentes	246
LA SOCIÉTÉ. — Composition du Bureau et du Conseil pour l'année 1866.	254

GASTON DE SAPORTA. — Sur les plantes fossiles des calcaires concrétionnés de Brognon (Côte-d'Or)	253
N. DE MERCEY. — Sur un gisement de dévonien inférieur au col d'Aubisque (Basses-Pyrénées)	280
BENEDECKE. — Sur la géologie et la paléontologie du Tyrol méridional.	283
JULES MARCOU. — Sur le Dyas	284
DE VERNEUIL. — Observation sur la communication précédente . .	291
G. DE MORTILLET. — Sur des crânes humains anciens découverts par M. Carl Vogt, en Italie.	300
BOUÉ. — Lettre sur l'Éozoon recueilli dans le calcaire grenu serpenteux de Krummaw (Bohême)	301
JACQUOT. — Sur la non-existence de la houille dans les Basses-Pyrénées.	303
L. DIEULAFAIT. — Sur la formation infra-liasique dans le midi de la Provence	309
A. BIOCHE et G. FABRE. — Sur des couches à coquilles marines situées entre la 3 ^e et la 4 ^e masse du gypse à Argenteuil (Seine-et-Oise)	321
DESHAYES. — Observations sur la communication précédente . . .	327
ED. HÉBERT. — Observations sur la communication précédente. . .	339
ÉM. GOUBERT. — Observations sur la communication précédente. .	340
DANGLURE. — Sur un gisement de silex travaillés existant dans la commune de Vaudricourt (Pas-de-Calais)	344
ETN. FRIGNET. — Coup d'œil sur la constitution géologique et minière de la Californie et des territoires voisins.	347
SIMONIN. — Sur les mines d'étain de la Villeder (Morbihan). . . .	371
DELANOUE. — Observations sur la communication précédente . . .	373
J. MARCOU. — Sur divers armes, outils et traces de l'homme américain.	374
WATELET. — Lettre sur des silex taillés et sur la faune paléontologique de Cœuvres (Aisne).	379
LA SOCIÉTÉ. — Budget de 1866	380
G. DE MORTILLET. — Des haches en silex au point de vue de la détermination des terrains	381
Le même. — Sur le terrain quaternaire du Champ de Mars, à Paris.	387
ED. HÉBERT. — Observations sur la communication précédente. . .	388
BENOÎT. — Observations sur la communication précédente	389
DAUBRÉE. — Expériences synthétiques relatives aux météorites . . .	391
F. GARRIGOU. — Étude de l'étage turonien, du terrain crétacé supérieur, le long du versant nord de la chaîne des Pyrénées . . .	419
Ch. MARTINS. — Du retrait et de l'ablation des glaciers de la vallée de Chamonix, constatés dans l'automne de 1863.	434
Le même. — Sur les traces et les terrains glaciaires aux environs de Baveno, sur le lac Majeur	445
DAUSSE. — Sur l'abaissement des lacs constaté par les lambeaux de terrasses qui les environnent	449
Th. ÉBRAY. — Réponse à l'observation de M. Gruner sur sa note intitulée : <i>Sur une conséquence de la verticalité des filons</i>	453
GRUNER. — Observations sur la note précédente.	456
Edélestand JARDIN. — Sur le surtarbrandur d'Islande	456
DIEULAFAIT. — Sur les calcaires blancs cristallins sis au-dessus du Jura	

moyen, dans le sud et le sud-ouest de la Provence. — Découverte du gault dans le sud-ouest du département du Var	465
Ch. LORY et l'abbé VALLET. — Carte géologique de la Maurienne et de la Tarantaise (Savoie)	480
H. COQUAND. — Sur la formation crétacée de Sicile.	497
Th. ÉBRAY. — Remarques sur le métamorphisme et la rubéfaction du diluvium.	504
Alb. GAUDRY. — Résumé des recherches sur les animaux fossiles de Pikermi	509
Ch. LORY. — Sur le gisement de la <i>Terebratula diphya</i> dans les calcaires de la Porte-de-France, aux environs de Grenoble et de Chambéry	516
Ed. HÉBERT. — Sur les mêmes calcaires et en particulier sur les fossiles qu'on y trouve	524
Érn. CHANTRE. — Sur des cavernes à ossements et à silex taillés du Dauphiné	532
LOCARD. — Observations au sujet de la note précédente	536
GASTON DE SAPORTA. — Sur une note présentée à la Société botanique.	537
Ém. GOUBERT. — Nouveaux gisements de diluvium d'eau douce aux environs de Paris	542
Th. ÉBRAY. — Lettre sur la note de M. Locard relative à la présence de deux <i>bone-beds</i> dans le Mont-d'Or lyonnais	549
LEYNERIE. — Sur un nouveau type parallèle à la craie danienne dans le midi de la France.	550
DAMOUR. — Sur une hache en pierre de l'île d'Oualan (Océanie)	551
J. MARCOU. — La faune primordiale dans le pays de Galles et la géologie californienne	552
H. COQUAND. — Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure	566
Ém. BENOÎT. — Sur la grotte de Baume (Jura)	581
Ch. MARTINS. — Sur les roches éruptives du bassin houiller de Commeny (Allier)	590
GRUNER. — Observations sur la communication précédente	591
Éd. LARTET. — Sur des ossements de mammifères recueillis par M. Delfortie, dans la Girone	592
RUSCONI. — Découverte d'une ancienne station humaine dans les campagnes de Rome	594
A.-F. NOGUÈS. — Sur les roches amphiboliques des Pyrénées connues sous le nom impropre d'ophites	595
LORY. — Sur les couches à poissons du Bugey et à <i>Zamites Fencoris</i> de Morestel (Isère).	612
DUMORTIER. — Sur les Ammonites du lias inférieur	617
J.-J. BIANCONI. — Sur une période de la mer éocène	618
LEFORT. — Note pour servir à l'histoire des poudingues	639
Ém. SAUVAGE et E.-T. HAMY. — Sur les terrains quaternaires du Boulonnais.	643
BLEICHER. — Sur la géologie des environs de Rome	645
E.-T. HAMY. — Sur une nouvelle espèce d' <i>Ischyodus</i> de l'argile kimmeridgienne de Châtillon, près de Boulogne-sur-Mer	654

J. CORNUEL. — Descriptions des cônes de pins trouvés dans les couches fluvio-lacustres de l'étage néocomien du bassin parisien.	658
Éd. LARTET. — Sur de nouveaux siréniens fossiles des terrains tertiaires du bassin de la Gironde	673
PERON. — Sur la géologie des environs d'Aumale (Algérie)	686
LOUIS LARTET. — Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte	719
R. TOURNOUER. — Sur le calcaire marin où a été trouvé un sirénien, dans les environs de Sos (Lot-et-Garonne)	760
Le même. — Sur des débris de mammifères fossiles recueillis par M. L. Combes dans les terrains tertiaires de Lot-et-Garonne.	763
N. DE MÉRCEY. — Sur la disposition de la craie entre la Béthune et la Bresle	764
R. TOURNOUER. — Sur les terrains tertiaires de la vallée supérieure de la Saône.	769
LA COMMISSION. — Rapport sur la gestion du Trésorier en 1865	805
LOUIS LARTET. — Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Bayonne (Basses-Pyrénées).	813
A. DETROYAT. — Sur des silex taillés trouvés à Bouhoben, sur les bords de la Nive	815
Éd. BUREAU. — Sur les plantes fossiles du dépôt houiller de la Rhune (Basses-Pyrénées)	846
MEUCY. — Sur l'âge des gîtes salifères du bassin de l'Adour	850
R. TOURNOUER. — Sur les terrains tertiaires des environs d'Orthès	852

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-TROISIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1865 à 1866.

A

- Abaissement des lacs.* Sur l'— constaté par les lambeaux de terrains qui les environnent, par M. Dausse, p. 449.
- Adour* (Bassin de l'). Sur l'âge des gîtes salifères du —, par M. Meugy, p. 850.
- Allemagne.* Sur l'oligocène de l'—, par M. Ed. Hébert, p. 126.
- Alpes.* Sur le terrain nummulitique des —, par M. Ed. Hébert, p. 126. — Sur la structure des — dauphinoises, par M. Th. Ébray, p. 172.
- Ammonites.* Sur les — du lias inférieur, par M. Dumortier, p. 617.
- Animaux fossiles.* Résumé des recherches sur les — de Pikermi, par M. Alb. Gaudry, p. 509.
- Argenteuil* (Seine-et-Oise). Sur des couches à coquilles marines situées entre la 3^e et la 4^e masse du gypse à —, par MM. A. Bioche et G. Fabre (pl. VII). Observations de M. Goubert, p. 321.
- Armes,* outils et traces de l'homme américain. Sur divers —, par M. J. Marcou. Observations de M. Virlet, p. 374.
- Arnaud.* Des argiles lignitifères du Sarladais que l'auteur croit représenter le purbeck, p. 59.
- Aubisque* (Coi d') (Basses-Pyrénées). Sur un gisement de dévonien inférieur au —, par M. N. de Mercey, p. 280.
- Aumale* (Algérie). Sur la géologie des environs d'—, composés de terrains crétaqué, tertiaire, quaternaire, moderne et de roches éruptives et métamorphiques, par M. Péron, p. 686.

B

- Baveno.* Sur les traces et les terrains glaciaires aux environs de —, sur le lac Majeur, par M. Ch. Martins, p. 445.
- Bayonne* (Basses-Pyrénées). Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société géologique à —, par M. Louis Lartet. La Société a visité : le terrain quaternaire des environs de cette ville, les terrains quaternaire, tertiaire, crétaqué et l'ophite des falaises de Bidart et de Biaritz, les terrains triasique, houiller et l'ophite de la montagne de la Rhune, les terrains crétaqué et houiller des environs de la Sarc, la mine de sel, le terrain tertiaire et l'ophite de Villefranque, les terrains crétaqué et

- jurassique, le calcaire cristallin, le granite, le gneiss et la pegmatite du pays de Labourd, le terrain créacé des environs d'Orthez, les terrains tertiaire et créacé de Dax, et enfin les mêmes terrains des environs de Pau, p. 814. — Sur des silex taillés trouvés sur les bords de la Nive, près de—, par M. A. Detroyat, p. 815.
- Beausset** (Var). Sur l'infra-lias du—, par M. J. R. Toucas, p. 43.
- Bencke**. Sur les terrains triasique et jurassique du Tyrol méridional. Observations de M. Ed. Hébert, p. 283.
- BENOIT** (E.). Considérations sur la géognosie du Jura à propos de la grotte de Baume (pl. XI), p. 581.
- BIANCONI** (J. J.). Sur l'ancien exhaussement du bassin de la Méditerranée, p. 72. — Sur une période de la mer éocène, p. 618.
- Bibliographie**. 5, 68, 125, 170, 249, 252, 282, 305, 346, 377, 417, 461, 507, 546, 387, 643, 716, 761.
- BIOCHE** (A.) et G. FABRE. Sur des couches à coquilles marines situées entre la 3^e et la 4^e masse du gypse à Argenteuil (Seine-et-Oise). Observations de M. Goubert, p. 321. (Pl. VII.)
- BLEICHER**. Sur la géologie des environs de Rome, formés de terrains diluviens et tertiaires, p. 645.
- BOUÉ** (A.). Lettre sur des ossements humains recueillis dans les environs de Lahr, grand-duché de Bade (pl. I), p. 70. — Lettre sur des échantillons de l'Éozoon dans un calcaire grenu serpentineux de Krummau (Bohême). Observations de MM. de Verneuil et J. Marcou, p. 304. — Lettre sur divers sujets, p. 548.
- Boulogne-sur-Mer**. Sur les assises supérieures du terrain jurassique de— et croquis des falaises entre Wimereux et les moulins de Ningle, par Edm. Pellat. Observations de M. Saemann, p. 493 et 246. — Sur le terrain jurassique du Boulonnais, par M. Ed. Hébert, p. 216. — Sur les terrains quaternaires du Boulonnais, par MM. Ém. Sauvage et E. T. Hamy, p. 643.
- Briançonnais**. Sur une coupe des calcaires du—, considérés comme liasiques, par M. de Vignet (pl. IV), p. 178.
- Brognon** (Côte-d'Or). Sur les plantes fossiles des calcaires concrétionnés de—, par M. G. de Saporta. (Pl. V, VI.) Observations de MM. d'Archiac, Edm. Pellat et Tournouër, p. 253.
- Budget**. Présentation du— pour 1866, p. 380.
- Bugey**. Sur les gisements des couches à poissons de Cirin et autres localités du—, par M. Ch. Lory, qui les croit kimméridgiennes, p. 612.
- Bureau**. Composition du— pour 1866, p. 251.
- BUREAU** (Éd.). Sur les plantes fossiles du dépôt houiller de la Rhune (Basses-Pyrénées) (pl. XIV), p. 846.

C

- Californie**. Coup d'œil sur la constitution géologique et minière de la— et des territoires voisins, par M. Ern. Frignet (pl. VIII), p. 347. — Sur la géologie californienne, par M. J. Marcou, p. 552.
- Carte géologique** de la Maurienne et de la Tarentaise (Savoie), par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet, composées de terrains nummulitique, liasique, triasique, houiller et de roches cristallines et éruptives (pl. X), p. 480.
- Cavernes**. Sur des — à ossements et à silex taillés du Dauphiné, par M. Ern. Chantre. Observations de M. Locard, p. 532.
- Chambéry**. Sur le terrain argovien aux environs de —, par M. L. Pillet, p. 50. — Sur le gisement de la *Terebratula diphyca* dans les calcaires de la Porte-de-France, aux environs de —, par M. Ch. Lory, p. 516.
- Chamonix**. Du retrait et de l'ablation des glaciers de la vallée de — constatés dans l'automne de 1865, par M. Ch. Martins, p. 434.
- CHANTRE** (Ern.). Sur des cavernes à ossements et à silex taillés du Dauphiné. Observations de M. Locard, p. 532.
- Cœuvre** (Aisne). Sur les silex travaillés et les ossements de mammifères fossiles de —, par M. Watelet, p. 379.
- Commentry** (Allier). Sur les roches éruptives du bassin houiller de —, par M. Ch. Martins. Observations de M. Gruner, p. 590.

- Commission de comptabilité.* Rapport sur les comptes du Trésorier, pour l'exercice 1866, p. 805.
- Commissions.* Compositions des — pour 1866, p. 251.
- Conseil.* Composition du — pour 1866, p. 251.
- COQUAND (H.). Sur la formation crétacée de la Sicile, p. 497. — Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure. Observations de M. J. Marcou, p. 560.
- CORNET. Sur la découverte, dans les environs de Mons (Belgique), du calcaire grossier de Paris, au-dessous des assises des sables du Soissonnais. Observations de MM. d'Archiac, Hébert et Deshayes, p. 309.
- CORNUEL (J.). Description des cônes de pins trouvés dans les couches fluvio-lacustres de l'étage néocomien du bassin parisien (pl. XII), p. 658.

D

- DAMOUR. Sur une hache en pierre de l'île d'Oualan (Océanie), p. 551.
- DANGLURE (E.). Sur un gisement de silex travaillés dans la commune de Vaudricourt, près Bethune (Pas-de-Calais), p. 344.
- DAUBRÉE. Expériences synthétiques relatives aux météorites. Rapprochements auxquels ces expériences conduisent, tant pour la formation de ces corps planétaires que pour celle du globe terrestre, p. 391.
- Dauphiné. Sur des cavernes à ossements et à silex taillés du —, par M. Ern. Chantre. Observations de M. Locard, p. 532.
- DAUSSE. Sur l'abaissement des lacs constaté par les lambeaux de terrasses qui les environnent, p. 449.
- DESHAYES. Considérations sur les fossiles marins recueillis dans le gypse des environs de Paris. Observations de MM. Ed. Hébert et Guyerdet, p. 327.
- DETROYAT (Arnaud). Sur des silex taillés trouvés sur les bords de la Nive, près Bayonne, p. 815.
- Dido ou Dronte (Didus ineptus).* Sur l'ostéologie du —, par M. Alph. Milne Edwards. Observations de M. P. Gervais, p. 544.
- DIEULAFAIT (L.). Sur la formation infra-liasique dans le midi de la Provence, p. 309. — Les calcaires blancs cristallins sis au-dessus du Jura moyen dans le sud et le sud-ouest de la Provence appartiennent au terrain néocomien et les calcaires marneux qui les surmontent dans le sud-ouest du Var au gault, p. 463.
- Dôle (Jura). Étude de l'étage séquanien aux environs de —, par M. E. Jourdy, p. 155.
- DUMORTIER. Sur les couches à *Avicula contorta*. Observations de M. Edm. Pellat, p. 445. — Sur les Ammonites du lias inférieur, p. 647.
- Dyas.* Voy. terr. permien.

E

- ÉBRAY (Th.). Sur la structure des Alpes dauphinoises, p. 172. — Réponse à l'observation de M. Gruner sur une note intitulée : *Sur une conséquence de la verticalité des filons*, dont M. Ébray est l'auteur. Remarque de M. Gruner, p. 453. — Sur le métamorphisme et la rubéfaction du diluvium, p. 504. — Observations sur la note de M. Locard, relative au Mont-d'Or lyonnais (*anté*, p. 80). Réponse de M. Locard, p. 549.
- Èbre (Bassin de l') (Espagne). Sur les grottes du — où ont été trouvés des ossements de mammifères fossiles et des vestiges de l'industrie humaine, par M. L. Lartet, p. 718.
- Éozoon. Lettre de M. Boué sur des échantillons de l' — dans du calcaire grenu serpentineux de Krummau (Bohême). Observations de MM. de Verneuil et J. Marcou, p. 304.
- Exhaussement. Sur l'ancien — du bassin de la Méditerranée, par M. J. J. Bianconi, p. 72.

F

- FABRE (G.) et A. BIOCHE. Sur des couches à coquilles marines situées entre la 3^e et la 4^e masse du gypse à Argenteuil (Seine-et-Oise). (Pl. VII.) Observations de M. Goubert, p. 324.
- Faune primordiale. Sur la — dans le pays de Galles, par M. J. Marcou, p. 552.
- Filons. Réponse de M. Th. Ébray à l'observation de M. Gruner sur une note intitulée : *Sur une conséquence de la verticalité des —*, dont M. Ébray est l'auteur. Remarque de M. Gruner, p. 453.
- Fouqué. Sur le défaut d'altération des couches de terrain en contact avec des roches éruptives, p. 490.
- France. Sur un type nouveau pour le midi de la —, parallèle à la craie d'ancienne, par M. A. Leymerie, p. 550.
- FRIGNET (ERN.). Coup d'œil sur la constitution géologique et minière de la Californie et des territoires voisins (pl. VIII), p. 347.

G

- Galles (Pays de). Sur la faune primordiale dans le —, par M. J. Marcou, p. 552.
- Garonne. Sur deux nouveaux Siréniens fossiles des terrains tertiaires du bassin de la —, par M. Éd. Lartet (pl. XIII), p. 673. = Sur les terrains précités, par M. Tournouër, p. 760.
- GARRIGOU (F.). Étude de l'étage turonien, du terrain crétacé supérieur, le long du versant nord de la chaîne des Pyrénées (pl. IX), p. 449.
- GAUDRY (Alb.). Résumé des recherches sur les animaux fossiles de Pikermi, p. 509.
- Gironde. Sur des ossements de mammifères fossiles recueillis dans le terrain tertiaire de la —, par M. Éd. Lartet. Observations de M. P. Gervais, p. 592.
- Gîtes salifères du bassin de l'Adour. Sur leur âge, par M. Meugy, p. 850.
- Glaciers. Du retrait et de l'ablation des — de la vallée de Chamonix, constatés dans l'automne de 1865, par M. Ch. Martins, p. 434.
- GOUBERT (Ém.). Nouveaux gisements de diluvium d'eau douce aux environs de Paris, p. 542.
- Grenoble (Isère). Sur le gisement de la *Terebratula diphya* dans les calcaires de la Porte-de-France, aux environs de —, par M. Ch. Lory. Observations de M. Ed. Hébert, p. 516.
- Grottes. Considérations sur la géognosie du Jura, à propos de la grotte de Baune, par M. E. Benoît (pl. XI), p. 581. = Sur les — du bassin de l'Èbre (Espagne), où ont été trouvés des ossements de mammifères fossiles et des vestiges de l'industrie humaine, par M. L. Lartet, p. 748.
- GRUNER. Sur une roche éruptive trapéenne de la période houillère (pl. III). Observations de M. Ed. Hébert, p. 96.

H

- Haches. Des — en silex, au point de vue de la détermination des terrains, par M. G. de Mortillet. Observations de MM. Buteux et Melleville, p. 384. = Sur une hache en pierre de l'île d'Oualan (Océanie), par M. Damour, p. 554.
- HAMY (E. T.) et Ém. SAUVAGE. Sur les terrains quaternaires du Boulonnais, p. 643. = Sur une nouvelle espèce d'*Ischyodus* de l'argile kimméridgienne de Châtillon, près Boulogne-sur-Mer, p. 654.
- HÉBERT (Ed.). Sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale et des Alpes, et sur l'oligocène d'Allemagne. Observations de MM. d'Archiac et de Mortillet, p. 126. = Sur le terrain jurassique du Boulonnais. Observations de M. Saemann, p. 246.

I

- Inaltération*. Sur l'— des couches de terrains en contact avec des roches éruptives, par M. Fouqué, p. 490.
- Ischyodus*. Sur une nouvelle espèce d'— de l'argile kimméridgienne de Châtillon, près de Boulogne-sur-Mer, par M. E. T. Hamy, p. 654.
- Islande*. Sur le surtarbrandur d'—, par M. E. Jardin, p. 456.
- Italie*. Sur le terrain nummulitique de l'— septentrionale, par M. Ed. Hébert. Observations de MM. d'Archiac et de Mortillet, p. 126. = Sur des crânes anciens trouvés en —, par M. Carl Vogt, p. 300.

J

- JACQUOT. Sur les inconvénients pouvant résulter de l'insertion, sans contrôle, de renseignements industriels dans le *Bulletin*. Observations de MM. Éd. Lartet et Ed. Hébert, p. 302.
- JARDIN (E.). Sur le surtarbrandur d'Islande, p. 456.
- JOURDY (E.). Étude de l'étage séquanien aux environs de Dôle (Jura), p. 155.
- Jura*. Considérations sur la géognosie du —, à propos de la grotte de Baume, par M. E. Benoît (pl. XI), p. 584.

K

- Krummau* (Bohême). Lettre de M. Boué sur des échantillons de l'Éozoon du calcaire grenu serpentineux de —. Observations de MM. de Verneuil et J. Marcou, p. 301.

L

- Lahr* (Grand-duché de Bade). Lettre de M. A. Boué sur des ossements humains recueillis dans les environs de — (pl. I), p. 70.
- LARTET (Éd.). Sur des ossements de mammifères fossiles recueillis dans le terrain tertiaire de la Gironde. Observations de M. P. Gervais, p. 592. = Sur deux nouveaux Siréniens fossiles des terrains tertiaires du bassin de la Garonne (pl. XIII), p. 673.
- LARTET (Louis). Sur les grottes du bassin de l'Èbre (Espagne), où ont été trouvés des ossements de mammifères fossiles et des vestiges de l'industrie humaine, p. 718. = Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte en divers points de sa surface et à différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition, p. 749. = Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société, à Bayonne (Basses-Pyrénées) (voyez Bayonne).
- LEFORT (J.). Note pour servir à l'histoire des poudingues, p. 639.
- LEVALLOIS. Sur la découverte, due à MM. Albert Falsan et Arnould Locard, de deux lits à ossements dans le mont d'Or lyonnais. Observations de M. Edm. Pellat, p. 64.
- LEYMERIE (A.). Sur un type nouveau pour le midi de la France, parallèle à la craie danienne, p. 550.
- Lias*. Sur l'infra-lias du Beausset (Var), par M. J. R. Toucas, p. 13. = Sur la découverte due à MM. Albert Falsan et Arnould Locard, de deux lits à ossements dans le mont d'Or lyonnais, par M. Levallois, p. 64. = Sur la présence de deux *bone-beds* dans le mont d'Or lyonnais, par M. A. Locard. Observations de MM. Ed. Hébert et Jacquot, p. 80. = Sur les couches à *Avicula contorta*, par M. Dumortier. Observations de M. Edm. Pellat, p. 145. = Sur une coupe des calcaires du Briançonnais, considérés comme liasiques, par M. de Vignet, p. 478. =

- Sur la formation infra-liasique dans le midi de la Provence, par M. L. Dieulaufait, p. 309. — Sur le — de la Maurienne et de la Tarentaise, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet (pl. X), p. 480. — Sur les Ammonites du — inférieur, par M. Dumortier, p. 617.
- LOCARD (A.). Sur la présence de deux *bone-beds* dans le mont d'Or lyonnais. Observation de MM. Ed. Hébert et Jacquot, p. 80. Remarques de M. Ébray et réponse de M. Locard, p. 549.
- LORY (Ch.) et l'abbé P. VALLET. Carte géographique de la Maurienne et de la Tarentaise (Savoie), composées de terrains nummulitique, liasique, triasique, houiller et de roches cristallines et éruptives (pl. X), p. 480. — Sur le gisement de la *Terebratuladiphya* dans les calcaires de la Porte-de-France, aux environs de Grenoble et de Chambéry, p. 546. Observations de M. Ed. Hébert, p. 521. — Sur les gisements des couches de poissons de Cirin et autres localités du Bugéy et des couches à *Zamites Fenconis* de Morestel (Isère); qu'il croit kimméridgiennes, p. 612.
- Lot-et-Garonne (Département de). Sur des ossements de mammifères fossiles recueillis par M. L. Combes dans les couches tertiaires du —, et indication de l'âge de ces couches, par M. Tournouër, p. 763.

M

- MARCOU (J.). Sur le Dyas. Observations de M. de Verneuil, p. 284. — Sur divers armes, outils et traces de l'homme américain. Observations de M. Virlet, p. 374. — La faune primordiale dans le pays de Galles et la géologie californienne, p. 552.
- MARTINS (Ch.). Du retrait et de l'ablation des glaciers de la vallée de Chamonix, constatés dans l'automne de 1865, p. 434. — Sur les traces et les terrains glaciaires aux environs de Taverno, sur le lac Majeur, p. 445. — Sur les roches éruptives du bassin houiller de Commentry (Allier). Observations de M. Gruener, p. 590.
- Maurienne (Savoie). Carte géologique de la —, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet, composée de terrains nummulitique, liasique, triasique, houiller et de roches cristallines et éruptives (pl. X), p. 480.
- Méditerranée. Sur l'ancien exhaussement du bassin de la —, par M. J.-J. Bianconi, p. 72.
- MERCY (N. DE). Sur un gisement du dévonien inférieur au col d'Aubisque (Basses-Pyrénées), p. 280. — Sur la disposition de la craie entre la Béthune et la Bresle (Seine-Inférieure), p. 764.
- Mer Morte. Recherches sur les variations de salure de l'eau de la — en divers points de sa surface et en différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition, par M. L. Lartet, p. 749.
- Météorites. Expériences synthétiques relatives aux —. Rapprochements auxquels ces expériences conduisent, tant pour la formation de ces corps planétaires que pour celle du globe terrestre, par M. Daubrée, p. 391.
- MEUCY. Observations sur l'âge des lignites de Cimeyrols et des environs de Sarlat (Dordogne) (pl. II), p. 89. — Sur l'âge des gîtes salifères du bassin de l'Adour, p. 850.
- Mexique. Coup d'œil général sur la topographie et la géologie du —, par M. Virlet d'Aoust, qui décrit les terrains volcaniques et les roches éruptives, p. 44.
- MILNE EDWARDS (Alph.). Sur l'ostéologie du *Dodo* ou *Dronte* (*Didus inep-tus*). Observations de M. P. Gervais, p. 541.
- Mines d'étain. Sur les — de la Villeder (Morbihan), par M. L. Simonin. Observations de MM. Delanoüe et Dausse, p. 374.
- Mons (Belgique). Note de M. d'Omalius d'Halloy sur la découverte faite à —, par MM. Briart et Cornet, d'un dépôt du calcaire grossier de Paris, au-dessous de dépôts sableux et argileux du Soissonnais, p. 41 et 308.
- Mont-d'Or lyonnais. Sur la découverte, due à MM. Alb. Falsan et A. Locard, de deux lits à ossements dans le —, par M. Levallois. Observations de M. Edm. Pellat, p. 64. — Sur la présence de deux *Bone-beds* dans le —, par M. A. Locard. Observations de MM. Ed. Hébert et Jacquot,

- p. 80. — Remarques de M. Ébray, réponse de M. Locard, p. 349.
- Montredon* (Hérault). Sur le gîte ossifère de —, par M. Paul de Rouville, p. 148. — Sur le même sujet, par M. L. Payras, p. 153.
- Monestrel* (Isère). Sur les couches à *Zamites Fenconis* de —, par M. Ch. Lory, qui les croit kimméridgiennes, p. 642.
- MORTILLET** (G. de). Des haches en silex au point de vue de la détermination des terrains. Observations de MM. Buteux et Melleville, p. 384. — Sur le terrain quaternaire du Champ de Mars, à Paris. Observations de MM. Ed. Hébert, Benoît et Dausse, p. 387.

N

- NOGUÈS** (A. F.). Sur les roches amphiboliques des Pyrénées, connues sous le nom impropre d'ophites, p. 595.

O

- Oligocène d'Allemagne*. V. terr. tertiaire.
- OLLIOLULES** (Gorges d') (Var). Sur l'âge du calcaire jurassique des montagnes qui les dominent, par M. Toucas, p. 309.
- OMALIUS** (d') d'HALLOY. Sur la découverte faite à Mons (Belgique), par MM. Briart et Cornet, d'un dépôt de calcaire grossier de Paris, au-dessous de dépôts sableux et argileux du Soissonnais, p. 11.
- Orthez* (Basses-Pyrénées). Sur les terrains tertiaires des environs d' —, par M. R. Tournouër, p. 852.
- Ossements humains*. — Lettre de M. A. Boué sur des — recueillis dans les environs de Lahr (grand-duché de Bade) (pl. I), p. 70. — Sur des crânes anciens trouvés en Italie par M. Carl Vogt, p. 300.
- Ossements de mammifères fossiles*. Sur les — de Cœuvres (Aisne), par M. Watelet, p. 379. — Sur des — recueillis dans le terrain tertiaire de la Gironde, par M. Éd. Lartet. Observations de M. P. Gervais, p. 592. — Sur des — recueillis par M. Combes dans des couches tertiaires du département du Lot-et-Garonne, par M. Tournouër, p. 763.
- Oualan* (Océanie). Sur une hache en pierre de l'île d' —, par M. Damour, p. 551.

P

- Paris*. Considérations par M. Deshayes sur les fossiles marins trouvés dans le gypse des environs de —. Observations de MM. Ed. Hébert et Guyardet, p. 327. — Sur le terrain quaternaire du Champ de Mars à —, par M. G. de Mortillet. Observations de MM. Ed. Hébert, Benoît et Dausse, p. 387. — Nouveaux gisements de diluvium d'eau douce aux environs de —, par M. Ém. Goubert, p. 542.
- PAYRAS** (L.). Sur le gîte ossifère de Montredon (Hérault), p. 153.
- PELLAT** (Edm.). Sur les assises supérieures du terrain jurassique de Boulogne-sur-Mer et croquis des falaises situées entre Wimereux et les moulins de Ningle. Observations de M. Saemann, p. 493 et 246.
- PÉRON**. Sur la géologie des environs d'Aumale (Algérie), composés de terrains crétacé, tertiaire, quaternaire, moderne et de roches éruptives et métamorphiques, p. 686.
- PILLET** (Louis). Sur le terrain argovien aux environs de Chambéry, p. 50.
- Pikermi*. Résumé des recherches sur les animaux fossiles de —, par M. Alb. Gaudry, p. 509.
- Plantes fossiles*. Sur les — des calcaires concrétionnés de Brognon (Côte-d'Or), par M. G. de Saporta. (Pl. V, VI.) Observations de MM. d'Archiac, Edm. Pellat et Tournouër, p. 253. — Description des cônes de pins trouvés dans les couches fluviolucustres de l'étage du bassin de Paris, par M. J. Cornuel (pl. XII), p. 658.

- Sur les — du dépôt houiller de la Rhune (Basses-Pyrénées), par M. Éd. Bureau (pl. XIV), p. 846.
- Poudingues*. Note pour servir à leur histoire, par M. J. Lefort, p. 639.
- Procès-verbal* de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Bayonne (Basses-Pyrénées). Voy. Bayonne.
- Provence*. Sur la formation infra-liasique dans le midi de la Provence, par M. L. Dieulaufait, p. 309. — Le même pense que les calcaires blancs cristallins sis au-dessus du Jura moyen, dans le sud et le sud-ouest de la —, appartiennent au terrain néocomien, p. 463.
- Pyrénées*. Étude de l'étage turonien, du terrain crétacé supérieur, le long du versant nord de la chaîne des Pyrénées, par M. F. Garrigou, p. 449. — Sur les roches amphiboliques des —, connues sous le nom impropre d'ophites, par M. A. F. Noguès, p. 595.

R

- Renseignements industriels*. Sur les inconvénients pouvant résulter de leur insertion, sans contrôle dans le *Bulletin*. Observations de MM. Éd. Lartet et Hébert, p. 302.
- Rhune (La)* (Basses-Pyrénées). Sur les plantes fossiles du dépôt houiller de —, par M. Éd. Bureau (pl. XIV), p. 846.
- Roches amphiboliques*. Sur les — des Pyrénées, connues sous le nom impropre d'ophites, par M. A. F. Noguès, p. 595.
- Roches cristallines*. Sur les — de la Maurienne et de la Tarentaise, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet (pl. X), p. 480.
- Roches éruptives*. Sur les — du Mexique, par M. Virlet d'Aoust, p. 44. — Sur une roche éruptive trappéenne de la période houillère, par M. Gruner. (Pl. III.) Observations de MM. Ed. Hébert et Jacquot, p. 96. — Sur l'inaltération des couches de terrain en contact avec des —, par M. Fouqué, p. 490. — Sur les — de la Maurienne et de la Tarentaise, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet (pl. X), p. 480. — Sur les — du bassin houiller de Commentry (Allier), par M. Ch. Martins. Observations de M. Gruner, p. 590. — Sur les — des environs d'Aumale (Algérie), par M. Péron, p. 686.
- Roches métamorphiques*. Sur les — des environs d'Aumale (Algérie), par M. Péron, p. 686.
- Rome*. Sur une antique station humaine dans la campagne de —, par M. Rusconi, p. 594. — Sur la géologie des environs de —, formés de terrains quaternaire et tertiaire, par M. Bleicher, p. 645.
- ROUVILLE* (Paul de). Sur le gîte ossifère de Montredon (Hérault), p. 148.
- Roxs (de)*. Sur l'argile plastique considérée comme assise géologique, p. 483.
- RUSCONI*. Sur une antique station humaine dans la campagne de Rome, p. 594.

S

- Saône*. Sur les terrains tertiaires de la vallée supérieure de la —, par M. R. Tournouër, p. 769.
- SAPORTA* (G. de). Sur les plantes fossiles des calcaires concrétionnés de Brognon (Côte-d'Or). (Pl. V, VI.) Observations de MM. d'Archiac, Edm. Pellat et Tournouër, p. 253. — Sur l'ordre d'apparition successive, la marche et le développement des types végétaux actuels à travers les âges géologiques, p. 537.
- Sarladais* (Dordogne). Des argiles lignitifères du —, par M. Arnaud, qui les considère comme représentant le purbeck, p. 59. — Observations sur l'âge des lignites de Cimeyrols et des environs de Sarlat (Dordogne), par M. Meury (pl. II), p. 89.
- SAUVAGE* (Em.) et E. T. HAMY. Sur les terrains quaternaires du Boulonnais, p. 643.
- Seine-Inférieure* (Département de la). Sur la disposition de la craie entre la

- Béthune et la Bresle dans le —, par MM. de Mercey, p. 764.
- Séquanien* (Étage). V. terr. jurassique.
- Sicile*. Sur la formation crétacée de la —, par M. H. Coquand, p. 497.
- Silicea travaillés*. Sur un gisement de — dans la commune de Vaudricourt, près Béthune (Pas-de-Calais), par M. E. Dangles, p. 344. — Sur les — de Cœuvres (Aisne), par M. Watelet, p. 379. — Sur des — trouvés sur les bords de la Nive, près Bayonne, par M. Arnaud Detroyat, p. 845.
- SIMONIN (L.)*. Sur les mines d'étain de la Villelder (Morbihan). Observations de MM. Delanoüe et Dausse, p. 371.
- Siréniens*. Sur deux nouveaux — fossiles des terrains tertiaires du bassin de la Garonne, par M. Éd. Lartet (pl. XIII), p. 673.
- Station humaine*. Sur une antique — dans la campagne de Rome, par M. Rusconi, p. 594.
- Surtarbrandur*. Sur le — d'Islande, par M. E. Jardin, p. 456.

T

- Tarentaise* (Savoie). Carte géologique de la —, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet, composée de terrains nummulitique, liasique, triasique, houiller et de roches cristallines et éruptives (pl. X), p. 480.
- Terrain argovien*. V. terr. jurassique.
- Terrain carbonifère*. Sur une roche éruptive trappéenne de la période houillère, par M. Gruner (pl. III). Observations de MM. Ed. Hébert et Jacquot, p. 96. — Sur le terrain houiller de la Maurienne et de la Tarentaise, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet (pl. X), p. 480.
- Terrain crétacé*. Étude de l'étage turonien, du — supérieur, le long du versant N. de la chaîne des Pyrénées, par M. F. Garrigou (pl. IX), p. 419. — M. Dicaulafait pense que les calcaires blancs cristallins sis au-dessus du Jura moyen, dans le S. et le S.-O. de la Provence, appartiennent au terrain néocomien, et les calcaires marneux qui les surmontent dans le S.-O. du Var au gault, p. 463. — Sur la formation crétacée de la Sicile, par M. H. Coquand, p. 497. — Sur un type nouveau pour le midi de la France, parallèle à la craie danienne, par M. A. Leymerie, p. 550. — Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure, par M. H. Coquand. Observations de M. J. Marcou, p. 560. — Description des cônes de pins trouvés dans les couches fluviolacustres de l'étage néocomien du bassin parisien, par M. J. Cornuel (pl. XII), p. 658. — Sur les — des environs d'Aumale (Algérie), par M. Péron, p. 686. — Sur la disposition de la craie entre la Béthune et la Bresle (Seine-Inférieure), par M. N. de Mercey, p. 764.
- Terrain dévonien*. Sur un gisement du — inférieur, au col d'Aubisque (Basses-Pyrénées), par M. N. de Mercey, p. 280.
- Terrain jurassique*. Sur le terrain argovien aux environs de Chambéry, par M. L. Pillet, p. 50. — Des argiles lignitiformes du Sarladais, par M. Arnaud, qu'il pense représenter le purbeck, p. 59. — Étude de l'âge séquanien aux environs de Dôle (Jura), par M. E. Jourdy, p. 155. — Sur les assises supérieures du — de Boulogne-sur-Mer et croquis des falaises situées entre Wimereux et les moulins de Ningle, par M. Edm. Pellet. Observations de M. Saemann, p. 193 et 246. — Sur le — du Boulonnais, par M. Ed. Hébert, p. 246. — Sur le — du Tyrol méridional, par M. Benecke. Observations de M. Ed. Hébert, p. 283. — Sur l'âge du calcaire des montagnes qui dominent les gorges d'Ollioules, par M. Toucas, p. 309. — Sur le gisement de la *Terebratula diphya* dans les calcaires de la Porte-de-France, aux environs de Grenoble et de Chambéry, par M. Ch. Lory, qui les croit jurassiques. Observations de M. Ed. Hébert, p. 516. — Sur les gisements des couches à poissons de Cirin et autres localités du Bugey et des couches à *Zamites Feneonis* de Morestel (Isère), par M. Ch. Lory, qui les croit kimméridgiennes, p. 612. — Sur une nouvelle espèce d'*Ischyodus* de l'argile kimméridgienne de Châtillon, près Boulogne-sur-Mer, par M. E. T. Hamy, p. 654.

- Terrain moderne.* Sur le — des environs d'Aumale (Algérie), par M. Péron, p. 686.
- Terrain nummulitique.* V. terr. tertiaire.
- Terrain permien.* Sur le dyas, par M. J. Marcou. Observations de M. de Verneuil, p. 284.
- Terrain quaternaire.* Sur le — du Champ de Mars, à Paris, par M. G. de Mortillet. Observations de MM. Ed. Hébert, Benoît et Dausse, p. 387. — Sur le métamorphisme et la rubéfaction du diluvium, par M. Th. Ébray, p. 504. — Nouveaux gisements du diluvium d'eau douce aux environs de Paris, par M. Ém. Goubert, p. 542. — Sur le — du Boulonnais, par MM. Ém. Sauvage et E. T. Hamy, p. 643. — Sur le — des environs de Rome, par M. Bleicher, p. 645. — Sur le — des environs d'Aumale (Algérie), par M. Péron, p. 686.
- Terrain tertiaire.* Note de M. d'Omalus d'Halloy sur la découverte faite à Mons (Belgique), par MM. Briart et Cornet, d'un dépôt de calcaire grossier de Paris, au-dessous de dépôts sableux et argileux du Soissonnais, p. 44 et 308. — Sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale et des Alpes, et sur l'oligocène d'Allemagne, par M. Ed. Hébert. Observations de MM. d'Archiac et de Mortillet, p. 426. — Sur le gîte ossifère de Montredon (Hérault), par M. Paul de Rouville, p. 448. — Sur le même sujet, par M. L. Payras, p. 453. — Sur l'argile plastique considérée comme assise géologique, par M. de Roys, p. 483. — Sur des couches à coquilles marines situées entre la troisième et la quatrième masse du gypse, à Argenteuil (Seine-et-Oise), par MM. A. Bioche et G. Fabre (pl. VII). Observations de M. Goubert, p. 321. — Considérations par M. Deshayes sur les fossiles marins trouvés dans le gypse des environs de Paris. Observations de MM. Ed. Hébert et Guyerdet, p. 327. — Sur le terrain nummulitique de la Maurienne et de la Tarentaise, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet (pl. X), p. 480. — Sur une période de la mer éocène, par M. J. J. Bianconi, p. 648. — Sur le — des environs de Rome, par M. Bleicher, p. 645. — Sur le — des environs d'Aumale (Algérie), par M. Péron, p. 686. — Sur le — du bassin de la Garonne, où ont été trouvés deux Siréniens fossiles décrits par M. Éd. Lartet (*anté*, p. 592), par M. R. Tournouër, p. 760. — Sur l'âge des couches tertiaires où ont été recueillis des ossements de mammifères fossiles, par M. L. Combes, dans le département du Lot-et-Garonne, par M. R. Tournouër, p. 763; — Sur le — de la vallée supérieure de la Saône, par le même, p. 769. — Sur le — des environs d'Orthez, par le même, p. 852.
- Terrain triasique.* Sur la découverte, due à MM. Albert Falsan et Arnould Locard, de deux lits à ossements dans le mont d'Or lyonnais, par M. Levallois, p. 64. — Sur la présence de deux *Bonc-beds* dans le mont d'Or lyonnais, par M. A. Locard, p. 80. — Sur le — du Tyrol méridional, par M. Benecke, p. 283. — Sur le — de la Maurienne et de la Tarentaise, par MM. Ch. Lory et l'abbé P. Vallet (pl. X), p. 480.
- Terrains glaciaires.* Sur les traces et les — aux environs de Baveno, sur le lac Majeur, par M. Ch. Martins, p. 445.
- Terrains volcaniques.* Sur les — du Mexique, par M. Virlet d'Aoust, p. 44.
- TOUCAS (J. R.).** Sur l'infra-lias du Beausset (Var), p. 43. — Sur l'âge du calcaire jurassique des montagnes dominant les gorges d'Ollioules, p. 309.
- TOURNOUËR (R.).** Sur les terrains tertiaires du bassin de la Garonne où ont été trouvés les Siréniens fossiles décrits par M. Éd. Lartet (*anté*, 673), p. 760. — Sur des ossements de mammifères fossiles recueillis par M. L. Combes dans les couches tertiaires du département du Lot-et-Garonne, et indication de l'âge de ces couches, p. 762. — Sur les terrains tertiaires de la vallée supérieure de la Saône, p. 769. — Sur ceux des environs d'Orthez, p. 852.
- Trésorier (le).* Présentation du budget pour 1866, p. 380.
- Tyrol.* Sur les terrains triasique et jurassique du — méridional, par M. Benecke. Observations de M. Ed. Hébert, p. 283.

V

- VALLET (L'abbé P.) et Ch. Lory. Carte géologique de la Maurienne et de la Tarentaise (Savoie), composées de terrains nummulitique, liasique, triasique, houiller et de roches cristallines et éruptives (pl. X), p. 480.
- Var (Département du). Sur la découverte de l'étage du gault dans le sud-ouest du —, par M. Dieulaufait, p. 463.
- Vaudricourt, près Béthune (Pas-de-Calais). Sur un gisement de silex travaillés dans la commune de —, par M. E. Danglure, p. 344.
- Végétaux actuels. Sur l'ordre d'apparition successive, la marche et le développement des types de — à travers les âges géologiques, par M. G. de Saporta, p. 537.
- VIGNER (de). Sur une coupe des calcaires du Briançonnais, considérés comme liasiques (pl. IV), p. 178.
- Villeder (Morbihan). Sur les mines d'étain de la —, par M. L. Simonin. Observations de MM. Delanoüe et Dausse, p. 271.
- VIRLET D'Aoust. Coup d'œil général sur la topographie et la géologie du Mexique, dont il décrit les terrains volcaniques et les roches éruptives, p. 14.
- VOGT (Carl). Sur des crânes anciens trouvés en Italie, p. 300.

W

- WATELET. Sur les silex taillés et les ossements fossiles de Cœuvres (Aisne), p. 379.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS.

Liste des planches.

- I, p. 70. A. BOUÉ. — Carte des environs de Lahr.
- II, p. 89. MEUGY. — Carte des environs de Cimeyrols et de Sarlat (Dordogne).
- III, p. 96. GRUNER. — Fig. 1, plan de la partie du bassin houiller d'Ahun qui entoure Fourneaux. — Fig. 2, coupe suivant MN du bassin houiller. — Fig. 3, vue de la tranchée du chemin d'accès de la gare. — Fig. 4, vue de la tranchée du chemin de fer au sud de la gare.
- IV, p. 177. De VIGNET. — Coupe des calcaires du Briançonnais.
- V, p. 253. G. de SAPORTA. — Plantes fossiles de Brognon (Côte-d'Or).
- VI, Id. Id. Id.
- VII, p. 324. — A. BIOCHE et G. FABRE. — *Cutellus Brongniarti*, Desh., *Diplodonta Guyerdeti*, id., *Crassatella Desmaresti*, id., *Voluta Fabri*, id., *Mytilus Biochii*, id.
- VIII, p. 347. ERN. FRIGNET. — Carte de la Californie.
- IX, p. 449. F. GARRIGOU. — N° 1, coupe prise à Celles (Ariège), sur le chemin de Belmont. — N° 2, coupe prise au sud de Saint-Paul (Ariège), à la métairie Gaillard. — N° 3, coupe prise entre le prolongement E, du Pech de Foix, Caraybat et Saint-Paul (Ariège). — N° 4, coupe prise à Foix (Ariège), entre la montagne de Ferriant et le pic Saint-Paul. — N° 5, coupe prise à l'ouest de Maine (Haute-Garonne). — N° 6, coupe prise à Salies (Haute-Garonne). — N° 7, coupe prise entre Thuzaguet et le roc de la Hounto (Haute-Garonne). — N° 8, coupe prise entre Capvern et Gourgues (Hautes-Pyrénées). — N° 9, coupe prise entre Bagnères de Bigorre et Orignac (Hautes-Pyrénées). — N° 10, coupe prise au sud de Bétharam, passant sur la grotte de l'Estelle (Basses-Pyrénées). — N° 11, coupe donnée par M. Leymerie dans son mémoire sur le terrain dévonien de la vallée de l'Adour. — N° 12, coupe passant par les mêmes points que la précédente, Lourdes et Adé (Hautes-Pyrénées). — N° 13, coupe passant par le massif nord de la vallée d'Embatsuguère et par le lac de Lourdes (Hautes-Pyrénées). — N° 14, coupe prise entre Arudy et Pau (Hautes-Pyrénées).
- X, p. 40. LOUV. — Coupes géologiques de la Maurienne et de la Tarantaise (Savoie). — Fig. 1, profils du flanc nord de la

Maurienne entre Saint-Jean et Saint-Michel. — Fig. 2, coupes de la vallée de Valloires. — Fig. 3, coupe de la vallée de Belleville. — Fig. 4, coupe du Bonhomme au Petit Saint-Bernard. — Fig. 5, grès infra-liasique du col des Fours. — Fig. 6, les aiguilles calcaires de l'allée Blanche.

XI, p. 584. E. BENOIT. — Fig. 1, coupe de l'entrée de la grotte de Baume, vue de face. — Fig. 2, intérieur vu de profil. — Fig. 3, tranchée. — Fig. 4, coupe de la Bresse jusqu'au delà du premier plateau en traversant la vallée de Baume, un peu au nord de la grotte.

XII, p. 658. J. CORNUEL. — Fig. 1, contre-empreinte d'une noix de *Quercus*. — Fig. 2 à 22, cônes de pins fossiles. — Fig. 23, graine de *Tuya*.

XIII, p. 673. Éd. LARTET. — Fig. 1, 2, 3, 4, 5. *Rytiodus Capgrandi*. — Fig. 6, autre Sirénien fossile. — Fig. 7, 8, 9, Dugong vivant.

XIV, p. 846. Éd. BUREAU. — Fig. 1, 2. *Pecopteris Lartetii*, Bur. — Fig. 3. *Dictyopteris neuropteroides*, Gutb.

ERRATA.

Pages.	Lignes.
330,	19, au lieu de : <i>Prenaster</i> , lisez : <i>Macropneustes</i> .
330,	22, au lieu de : <i>Prevosti</i> , lisez : <i>Brongniarti</i> .



PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.